

Ingenieure und Technisches Personal im deutschen Maschinenbau: ein Beitrag zur Analyse und Prognose des Einsatzes von und Bedarfs an hochqualifizierten Arbeitskräften

Kammerer, Guido; Lutz, Burkart; Nuber, Christoph

Veröffentlichungsversion / Published Version

Forschungsbericht / research report

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. - ISF München

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Kammerer, G., Lutz, B., & Nuber, C. (1970). *Ingenieure und Technisches Personal im deutschen Maschinenbau: ein Beitrag zur Analyse und Prognose des Einsatzes von und Bedarfs an hochqualifizierten Arbeitskräften*. München: Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. ISF München. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-101444>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Guido Kammerer, Burkart Lutz, Christoph Nuber

Ingenieure und technisches Personal
im deutschen Maschinenbau

Ein Beitrag zur Analyse und Prognose des Einsatzes
von und Bedarfs an hochqualifizierten Arbeitskräften

Institut für sozialwissenschaftliche Forschung e.V.
8 München 15 - Jakob-Klar-Str. 9

2013

München, September 1970

Vorbemerkung

Dieser Bericht stellt Ergebnisse einer Untersuchung dar, die im Auftrag der OECD und des Bundesministeriums für Wirtschaft und in Zusammenarbeit mit und Unterstützung durch den Verband deutscher Maschinenbau-Anstalten durchgeführt wurde. Er verwertet in beträchtlichem Umfang Ergebnisse von Arbeiten, die das Institut für sozialwissenschaftliche Forschung zur gleichen Zeit im Auftrag der Hochschul-Informations-System GmbH (Stiftung Volkswagenwerk) unternahm.

Der Dank der Verfasser gilt all den Stellen und Personen, ohne deren Unterstützung die hiermit vorgelegte Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

INSTITUT FÜR SOZIALWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG E.V.

Prof. Dr. Burkart Lutz

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
Vorbemerkung	
<u>Einleitung</u>	I
1. Entstehungsgeschichte und Absicht	I
2. Die Materialbasis, ihre Möglichkeiten und ihre Begrenzungen	IV
3. Probleme der statistischen Aufbereitung	VII
4. Zur Struktur des Berichts	X
<u>I. Der deutsche Maschinenbau und sein technisches Personal</u>	1
1. Struktur und Entwicklung des Wirtschafts- zweigs	2
a) Umsatz, Beschäftigung und Ausfuhr	2
b) Die Entwicklung des Maschinenbaus in der Nachkriegszeit	3
c) Betriebs- und Fertigungsstruktur	5
d) Die einzelnen Fachzweige	8
2. Die Struktur des technischen Personals	12
a) Art der Ausbildung	12
b) Das technische Personal in den Einsatz- bereichen	17
<u>II. Das Problem eines adäquaten analytischen Modells</u>	22
1. Makroökonomische Modelle	25
2. Mikroökonomische deterministische Modelle	27
a) Betriebsgröße	30
b) Produktionsinnovation (Produktivitäts- steigerung)	32
c) Produktinnovation	35
d) Zusammenfassung	39
3. Die Einsatzfaktoren	41

<u>III. Der Bedarf</u>	45
1. Allgemeine Überlegungen	45
2. Der Bedarf an technischem Personal in der Produktion	48
These 1: Zahl der beschäftigten Arbeiter	49
These 2: Technische Fertigungsschwierigkeiten	50
These 3: Fertigungsmodernität	53
3. Der Bedarf an technischem Personal in Konstruktion und Entwicklung	56
These 4: Seriengröße	58
These 5: Notwendiger Konstruktionsaufwand je Typ	61
4. Der Bedarf an technischem Personal in Unterneh- mensleitung und Vertrieb	64
These 6: Zahl der kaufmännischen Angestellten	65
These 7: Marktbeziehungen	67
5. Zur qualitativen Struktur des Bedarfs	68
These 8: Nähe zur Fertigungspraxis	69
These 9: Volumen der Konstruktions- und Entwicklungsaufgaben	71
These 10: Bedarf an Diplom-Ingenieuren und Ingenieuren insgesamt	72
6. Zusammenfassung	73
<u>IV. Das Angebot</u>	78
1. Allgemeine Überlegungen	78
2. Die Wirkung von Angebotsfaktoren in kurz- und mittelfristiger Perspektive	84
These 11: Vermittelte Ausbildung von Ingenieuren	85
These 12: Wachstum und Regression von Betrieben	87

3. Die Wirkung von Angebotsfaktoren in langfristiger Perspektive	90
These 13: Großstadt - Land	90
These 14: Die Rolle der "Einsatzbereiche"	94
These 15: "Versorgung" mit Spezialqualifikationen durch die Technischen Hochschulen	99
4. Zusammenfassung	104
<u>Zusammenfassung und vorläufige Schlußfolgerungen</u>	107
1. Ermittelte Bedarfsfaktoren	109
2. Ermittelte Angebotsfaktoren	111
3. Perspektiven und Probleme zukünftiger Entwicklungen	113

Einleitung

1. Entstehungsgeschichte und Absicht

Der hiermit vorgelegte Bericht erfordert, um seinen Anspruch und seine Grenzen zu verdeutlichen, einen kurzen Rückblick auf seine Entstehungsgeschichte.

Anfang 1968 stellte sich die Frage, welchen Beitrag die Bundesrepublik Deutschland zu der damals für Herbst 1969 geplanten Regierungskonferenz der OECD über Probleme der hochqualifizierten Arbeitskräfte leisten könnte. Anknüpfend an gleichzeitige Gespräche zwischen einer Arbeitsgruppe der bildungsökonomischen Abteilung des Instituts für Bildungsforschung in der Max-Planck-Gesellschaft (die damals aus den Herren Armbruster, Hegelheimer und Scherer bestand) und dem Institut für sozialwissenschaftliche Forschung entstand zunächst der Plan eines gemeinsamen Forschungsprojekts beider Institute, das sowohl empirisch wie theoretisch die offenkundigen Schwächen der traditionellen Modelle zur Bedarfsprognose zu überwinden suchen und zu dem OECD und Bundeswirtschaftsministerium einen finanziellen Zuschuß leisten sollten.

Aus einer Reihe von Gründen konnte dieses Projekt nicht verwirklicht werden; stattdessen erhielt das Institut für sozialwissenschaftliche Forschung den Auftrag, mit den von Bundesregierung und OECD zur Verfügung gestellten Mitteln eine selbständige Untersuchung durchzuführen - was allerdings kontinuierliche Arbeitskontakte mit dem dann auch in Berlin anlaufenden Projekt der Arbeitsgruppe Armbruster, Hartung, Uhlmann und Winterhager keineswegs ausschloß, deren Arbeiten nunmehr als zweiter Beitrag der Bundesrepublik der Manpower-Konferenz vorgelegt werden.

Damit stand das ISF vor der Frage, wie mit alles in allem recht bescheidenen Mitteln ein in sich konsistenter und sinnvoller Beitrag zur Entwicklung der Manpower-Forschung und der Klärung der Problematik des Bedarfs an hochqualifizierten Arbeitskräften geleistet werden könnte.

Als bester Ansatzpunkt hierfür bot sich die Analyse eines Teilausschnitts aus dem Beschäftigungssystem an.

Anläßlich von Gesprächen, die zur Klärung der Frage geführt wurden, welcher der Bereiche hierfür in Frage käme, zeigte sich, daß der Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten plante, in Anknüpfung an frühere Erhebungen eine statistische Untersuchung von Ingenieurbesatz und Ingenieurbedarf bei seinen Mitgliedsfirmen zu veranstalten; er bot dem ISF eine Zusammenarbeit bei dieser Erhebung an. Damit war für das ISF die Möglichkeit gegeben, mit Hilfe des VDMA und seiner Fachleute ein sehr umfangreiches statistisches Material über einen wichtigen Ausschnitt aus dem Beschäftigungssystem zu erhalten, während der VDMA als Gegenleistung eine inhaltliche wie methodische Bereicherung und Differenzierung der Ingenieurerberhebung erwarten konnte.

In erster Instanz geschah die Untersuchung, über die hier berichtet wird, im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums und der OECD und in Zusammenarbeit mit dem Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten.

Allerdings zeigte sich sehr schnell, daß eine vernünftige Aufbereitung, Analyse und Interpretation des Erhebungsmaterials technische, statistische und theoretische Probleme aufwarf, die mit den hierfür verfügbaren Mitteln nicht gelöst werden konnten. Ein Ausweg aus dieser Situation bot sich an, als kurz nach Beginn der Untersuchung die Stiftung Volkswagenwerk bzw. die von ihr gegründete Hochschul-Informationen-System GmbH das ISF beauftragte, eine "Programmstudie" zur Klärung möglicher Ansätze und Wege zur Verbesserung der Akademikerbedarfsprognose zu erstellen. Im Rahmen dieser Programmstudie - vor allem aber im Vorgriff auf die als Resultat der Programmstudie zu entwickelnden Forschungsprogramme - war es möglich, die Untersuchung über technisches Personal im deutschen Maschinenbau als Testfall zur Erprobung und Entwicklung neuer theoretischer und methodischer Ansätze zu benutzen. Konsequenterweise wurde die sachliche Abwicklung der Programmstudie und der Unter-

suchung, über die hier zu berichten ist, im ISF einer gemeinsamen Arbeitsgruppe übertragen, in der Absicht, dem Bundeswirtschaftsministerium und der OECD nicht nur einen Bericht über Lage und gegebenenfalls Entwicklungstendenzen in einer einzelnen Branche vorzulegen, sondern hierbei bereits einige Zusammenhänge grundsätzlicher Art sichtbar zu machen und an dieser Branche theoretische Ansätze zu exemplifizieren und ihnen adäquate Methoden zu erproben.¹⁾

Diese Absicht konnte allerdings nur partiell eingelöst werden, insoweit sie nämlich die Fruchtbarkeit der zunächst theoretisch abgeleiteten Ansätze betraf. Hingegen traten entscheidende Schwierigkeiten statistisch-technischer Art auf, die darin bestanden, daß zu einer theoretisch adäquaten Aufbereitung des erhobenen Materials statistische Verfahren notwendig wären, deren Umsetzung in praktisch auf einem Großrechner benutzbare Maschinenprogramme in der zur Verfügung stehenden Zeit und mit den verfügbaren Mitteln nicht möglich war.

So kann also zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur eine Art Zwischenauswertung vorgelegt werden, die sich (noch) konventioneller, sozusagen handwerklicher Techniken der Materialaufbereitung und Analyse bedienen mußte; ihre Ergebnisse sind insoweit nur als Arbeitshypothesen zu betrachten, deren Verifizierung im strengen statistischen Sinn mit dem vorhandenen Material vielfach prinzipiell möglich, aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt aus technischen Gründen noch nicht durchführbar ist. Überdies konnte bei der Auswertung nur ein Teil der erhobenen Information verwendet werden.

1) Die von der OECD bzw. der Bundesregierung zur Verfügung gestellten Mittel deckten neben den Kosten für die maschinelle Aufbereitung des Materials - soweit diese nicht vom VDMA getragen wurden - etwa die Kosten für einen Wissenschaftler und eine Hilfskraft während eines Jahres. Der tatsächliche Arbeitsaufwand bis zur Vorlage dieses Berichts betrug mehr als das Doppelte.

2. Die Materialbasis, ihre Möglichkeiten und ihre Begrenzungen

Wichtigste Grundlage der Untersuchungen, über die hiermit berichtet wird, ist eine statistische Erhebung, die der Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten im Winter 1968/69 in Zusammenarbeit mit dem Institut für sozialwissenschaftliche Forschung und mit Hilfe eines vom ISF entworfenen Erhebungsbogens bei sämtlichen Mitgliedsfirmen durchführte.

Diese Erhebung richtete sich vor allem auf drei Gruppen von Informationen:

- o Betriebliche Daten, wie Belegschaftszahl, Fertigungsverfahren, Rechtsform, Produkt, regionale Lage u.ä.; diese Daten wurden zum Teil vom VDMA aufgrund seiner eigenen Unterlagen unter Wahrung der Anonymität nachträglich in die Erhebungsbogen eingesetzt;
- o Strukturdaten des eingesetzten technischen und insbesondere hochqualifizierten Personals, vor allem formale Qualifikation (Niveau und Fachrichtung der Ausbildung), Zugehörigkeit zu betrieblichen "Einsatzbereichen" und Altersaufbau;
- o Daten über den Bedarf der Betriebe (einschließlich der zur Deckung dieses Bedarfs zu zahlenden Gehälter für neu-eingestellte Absolventen des Ausbildungssystems).

Gemessen an den Ansprüchen an ein ideales statistisches Material, wies die Erhebung des VDMA aus praktischen Gründen (Geheimhaltungsbestimmungen, vor allem aber das Risiko einer arbeitsmäßigen Überforderung der Betriebe mit entsprechender Reduzierung der Antwortquote) eine Reihe von bedauerlichen Mängeln auf:

- o Die Zahl der betrieblichen Strukturdaten war begrenzt; insbesondere konnten an sich so wichtige ökonomische Daten wie Kapitalausstattung, Nettoproduktivität, Kosten-

struktur, Investitionen u.ä. nicht erhoben werden; bei den überhaupt erfaßbaren ökonomischen Daten (vor allem Umsatz je Beschäftigtem und seine Entwicklung seit 1961) mußten wir uns mit einer Information über die Zugehörigkeit des Betriebs zu einer bestimmten Größenklasse begnügen;

- o die Informationen über die Struktur des technischen Personals betrafen nicht einzelne Individuen, sondern nur statistische Kategorien, weshalb nur bestimmte, nicht mehr veränderbare Merkmalskombinationen erhoben werden konnten (wie Alter und Ausbildung, Einsatzbereich und Ausbildung u.ä.);
- o die Informationen über den Bedarf waren offensichtlich lückenhaft;
- o die Antwortquote war zwar, gemessen an dem Umfang des Fragebogens und den Erfahrungen, die sonst mit schriftlichen Umfragen gemacht werden, dank der eingespielten Beziehungen zwischen der statistischen Abteilung des VDMA und seinen Mitgliedsfirmen mit über 50 % sehr hoch; dennoch ist, da die Verzerrung der Stichprobe kaum kontrolliert werden kann, die Repräsentativität eingeschränkt.

Alles in allem stellt die Erhebung wahrscheinlich den bestmöglichen Kompromiß zwischen inhaltlicher Differenzierung und Exaktheit der Ergebnisse einerseits, den dem Verfahren einer schriftlichen Erhebung inhärenten Beschränkungen andererseits dar. Schon die wenigen Fragen nach dem Bedarf - die am Ende des Erhebungsbogens standen - lagen für viele Betriebe jenseits der Grenze dessen, was ohne weiteres aufgrund betrieblicher Unterlagen oder der betrieblichen Situationskenntnis des Bearbeiters des Erhebungsbogens allgemein beantwortet werden kann.

Innerhalb der angegebenen Grenzen lieferte die Ingenieur-erhebung 1968 ein statistisches Material, das eine große Zahl von Betrieben sehr viel detaillierter und differenzierter beschreibt, als es irgendeine andere uns bekannte Erhebung bisher getan hat.

Anfang Januar 1969 verschickte der VDMA den gemeinsam mit dem ISF erstellten und von diesem in verschiedenen Betrieben getesteten Erhebungsbogen an alle rund 3 100 Mitgliedsfirmen des Verbands mit der Bitte, den Bogen ausgefüllt bis Ende Januar 1969 zurückzusenden. Bereits im November 1968 hatte der Verband die Erhebung in seinen Mitteilungen angekündigt und alle Mitgliedsfirmen auf die Wichtigkeit einer schnellen und zuverlässigen Beantwortung aufmerksam gemacht.

Bis Ende Februar waren über 1 500 Fragebogen ausgefüllt beim VDMA eingelaufen. Sie wurden dort anhand der im Verband vorhandenen Informationen über die einzelnen Betriebe auf Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben überprüft; in etwa 200 bis 300 Fällen wurden die Firmen schriftlich oder telefonisch um zusätzliche Angaben gebeten bzw. aufgefordert, Fehler in dem Fragebogen zu berichtigen.

Im März wurden diejenigen Firmen, die bis dahin noch nicht geantwortet hatten, erneut angeschrieben und aufgefordert, den Fragebogen (von dem nochmals ein Exemplar beigelegt wurde) auszufüllen und zurückzuschicken.

Im Mai 1969 waren im VDMA knapp 1 700 Fragebogen eingegangen, von denen einige aussortiert wurden, da die entsprechenden Firmen nur mit einem sehr geringen Teil ihrer Produktion dem Maschinenbau angehören. Zur Auswertung verblieben 1 636 Fragebogen.

Im Frühjahr 1969 wurde das Material in der statistischen Abteilung des VDMA, die auch die Organisation der Erhebung übernommen hatte, verschlüsselt und zur Ablochung vorbereitet; zugleich trug man dort zusätzliche Daten (wie beispielsweise Größenklasse des Bruttoproduktionswerts je Beschäftigten sowie gegebenenfalls Veränderung der Beschäftigten-Größenklasse zwischen 1961 und 1968 und Zugehörigkeit des meldenden Betriebs zu einem größeren Unternehmen bzw. gemeinsame Meldung mehrerer Werke eines Unternehmens in einem Fragebogen) in die zum Ablocken bestimmten Unterlagen ein.

Die Fragebogen wurden sodann im Statistischen Landesamt Bayern im Auftrag des VDMA abgelocht und maschinell ausgezählt.

Ergänzend zu diesem aktuellen statistischen Material konnten zwei Arten von Daten zur Analyse und Interpretation herangezogen werden:

- o Einmal die Ergebnisse früherer ähnlicher Erhebungen des VDMA aus den Jahren 1950, 1955 und 1961, bei denen allerdings kaum betriebliche Daten und sehr viel weniger differenzierte Informationen über das hochqualifizierte technische Personal erfragt worden waren;
- o Ergebnisse von intensiven Gesprächen mit Experten aus dem VDMA und aus Betrieben des deutschen Maschinenbaus, die auf verschiedenen Stadien der Untersuchung mit jeweils wechselnder Perspektive geführt wurden, sowie Fallstudien in einzelnen Betrieben des deutschen Maschinenbaus, die vor allem dazu dienen sollten, an exemplarischen Situationen Arbeitshypothesen zu entwickeln, die dann an dem statistischen Material zu testen waren.

Die Ergebnisse früherer Erhebungen des VDMA wurden (ebenso wie statistische Daten über Struktur und Entwicklung der einzelnen Fachzweige) vor allem in Kapitel I verwendet. Die Ergebnisse der Expertengespräche und Fallstudien flossen an verschiedenen Stellen, vor allem in den Kapiteln III und IV in die Analysen und Darstellungen ein.

3. Probleme der statistischen Aufbereitung

Gemäß den theoretischen Ansätzen und Hypothesen, die etwa gleichzeitig mit dem Beginn der Auswertung des Materials der Ingenieurserhebung - vor allem im Rahmen der "Programmstudie" für die Stiftung Volkswagenwerk - entwickelt worden waren, lassen sich die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten und Mechanismen, welchen der Einsatz von (hochqualifiziertem) technischem Personal gehorcht, nur auf der Ebene des einzelnen Betriebs (und seiner Abteilungen) erfassen; nur im einzelnen Betrieb ist die spezifische Kombination technischer und ökonomischer Faktoren wirksam (und sichtbar), die den Bedarf an technischem Personal im allgemeinen und Ingenieuren im besonderen bestimmt; nur der einzelne Betrieb ist mit der Summe der Angebotsfaktoren konfrontiert, von denen es abhängt, in welchem Maß der tatsächliche Bestand mit dem Bedarf übereinstimmt oder von ihm abweicht.

Die in den Sozialwissenschaften üblichen Verfahren statistischer Aufbereitung von empirischem Zahlenmaterial, die auch keine besonders großen Probleme in der Datenverarbeitung aufwerfen, können Verknüpfungen von Variablen jeweils nur für Aggregate von Fällen ausweisen und auf ihre Signifikanz prüfen: Kreuztabellen als das übliche Handwerkszeug des Sozialwissenschaftlers lassen jeweils nur Summen oder Durchschnitte für die Teile der Gesamtpopulation erkennen, bei denen zwei (manchmal auch mehr) Variablen gleich sind oder ihr Wert einer gleichen Klasse angehört. Es ist jedoch mit ihrer Hilfe weder möglich, Interdependenzen zwischen verschiedenen Variablen zu berücksichtigen, die nur in Klassen in die Tabellen eingegangen sind (wie z.B. Betriebsgröße), noch auch zu prüfen, welche innere Struktur die in einem Feld einer Kreuztabelle zusammengefaßten Einzelfälle um den Durchschnitt herum aufweisen.

Das zentrale Problem hierbei ist das der Signifikanzprüfung. Die heute zur Prüfung der Signifikanz von statistischen Zusammenhängen in Kreuztabellen benutzten Rechenverfahren (Kontingenztafeln und Korrelationsrechnungen) sind um so weniger anwendbar, je komplexer die Merkmalsverknüpfungen im einzelnen Fall der Gesamtpopulation sein können, und weiterhin, je mehr dieser Merkmale nicht-kontinuierlicher Natur sind (wie in unserem Fall etwa die Fertigungsverfahren oder die einzelnen Fachzweige des deutschen Maschinenbaus).

Um dem Rechnung zu tragen, beauftragte das Institut einen Spezialisten für mathematische Statistik in den Sozialwissenschaften, unter den bekannten mathematisch-statistischen Verfahren diejenigen ausfindig zu machen, die der Struktur des erhobenen Materials und den zu seiner Analyse entwickelten theoretischen Ansätzen am adäquatesten wären, und sie zu einem dem Material adaptierten Rechenschema zusammenzustellen. Über die Grundformeln dieses Rechenschemas wird an anderer Stelle berichtet werden.

Dieses Schema sollte es vor allem auch erlauben, eine sehr große Zahl von Einzelbeziehungen zwischen betrieblichen

Merkmale bzw. Strukturkennzeichen ihres technischen Personals maschinell herzustellen und hierbei schon auf ihre Signifikanz zu prüfen, also auch den gesamten Analysenprozeß zu verkürzen.

Die praktische Anwendung dieses Rechenschemas setzte voraus, daß es gelungen war, ein Maschinenprogramm zu entwerfen, mit dessen Hilfe die sehr großen Datenmassen (maximal etwa 500 Informationen über 1 637 Fälle) auf einer Großrechenanlage mit vertretbarem Aufwand an Maschinenzeiten analysiert werden konnten. Obwohl uns hierzu ein Großrechner vom Typ IBM 7090 in einem der Münchner Max-Planck-Institute zur Verfügung stand, gelang es trotz mehrmonatiger Versuche nicht, das zunächst in ALGOL geschriebene, dann in FORTRAN umgeschriebene Programm zum Laufen zu bringen; insbesondere deshalb, weil für das Programm Subroutinen notwendig gewesen wären, die entweder in dem Rechner nicht vorhanden waren oder deren Ansprache Spezialkenntnisse erfordert hätte, die vom Institut ohne sehr hohe Kosten nicht mobilisiert werden konnten.

Nachdem sich - mehrere Monate nach Vorlage der ersten Fassung des Maschinenprogramms - erwiesen hatte, daß die sukzessive auftretenden Probleme prinzipieller Natur sind und in der verfügbaren Zeit und mit den verfügbaren Mitteln nicht mehr gelöst werden konnten, bot sich zunächst als Ausweg an, Kreuztabellen klassischer Art zu erstellen und dann für Stichproben von Betrieben ohne Rekurs auf elektronische Datenverarbeitung Signifikanzprüfungen mit Hilfe von Kontingenztafeln vorzunehmen. Auch dieser Ausweg erwies sich als ungangbar, da sich die Differenziertheit des Materials bei jeglicher Stichprobe in einem unerträglichen Maß reduziert.

4. Zur Struktur des Berichts

Angesichts der Schwierigkeit, ein operables rechentechnisches Verfahren zu entwickeln, mit dem das Material sinnvoll maschinell nach signifikanten Zusammenhängen komplexer Natur geordnet werden kann, verblieb nur, zunächst eine vorläufige Analyse vorzunehmen, die sich konventioneller Aufbereitungsverfahren bedient, und die elaboriertere statistische Analyse auf einen späteren Zeitpunkt zu verschieben. Dieses Vorgehen legitimiert sich nur im Hinblick darauf, daß:

- o schon diese konventionelle Analyse eine Reihe von sehr interessanten Fakten erkennen läßt, die allerdings in ihrer Mehrheit statistisch noch nicht endgültig abgesichert sind;
- o das ISF in der Zwischenzeit die Möglichkeit hat, im Rahmen eines weitergespannten Forschungsprogramms, dessen Finanzierung zunächst vom Hochschul-Informations-System der Stiftung Volkswagenwerk übernommen wurde (aber in Zukunft voraussichtlich in die Zuständigkeit des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft fallen wird) das Material aus dem deutschen Maschinenbau einer sehr viel intensiveren Analyse zu unterziehen, als dies im Rahmen des ursprünglichen Auftrags von OECD und Bundeswirtschaftsministerium je möglich gewesen wäre.

Insofern stellt, wie schon eingangs angedeutet, der vorliegende Bericht eine Zwischenetappe aus einem längeren Forschungsprozeß dar, dessen Ziel vor allem darin besteht, eine Serie von gut begründeten Arbeitshypothesen zu formulieren, die sich aus dem Material ableiten lassen und durch tabellarische Darstellung des Materials gut gestützt werden.

Diesem vorläufigen Charakter der Ergebnisse entspricht es denn auch, daß nur ein Teil der möglichen Aussagen überhaupt freigelegt und ausformuliert wurde. Wichtige Fragen, wie beispielsweise die differentielle Altersstruktur der einzelnen Gruppen hochqualifizierten Personals und

ihre Beziehungen zu betrieblichen Daten sowie aus der Altersstruktur ableitbare Entwicklungstendenzen der kommenden Jahre, mußten ausgeklammert und einer späteren Arbeitsphase vorbehalten bleiben.

Im gleichen Sinn wurde in den folgenden Kapiteln auf systematische, induktive Darstellungsweise verzichtet. Vielmehr wurden - nachdem sich (Kapitel II) die bisher entwickelten Modelle zur Erklärung und damit Prognose des Bedarfs an und Einsatz von hochqualifizierten Arbeitskräften als wenig aufschlußreich erwiesen hatten - in den beiden Hauptkapiteln thesenhaft die wichtigsten empirisch identifizierten bzw. theoretisch deduzierten Faktoren des Bedarfs (Kapitel III) und des Angebots (Kapitel IV) benannt und dann anhand des Materials in ihrer Wirkung demonstriert.

Den drei analytischen Kapiteln wurde, vor allem auch zur Information des Lesers, dem die deutsche Industrie weniger vertraut ist, ein deskriptives Kapitel vorausgestellt, dem auch die Definitionen der wichtigsten verwendeten Kategorien zu entnehmen sind.

Die Funktion von Zwischenbilanzen ist es unter anderem, kritische Einwendungen zu provozieren, an denen dann die weitere Arbeit einsetzen kann. Es ist zu hoffen, daß der hiermit vorgelegte Bericht auch diese Funktion im Interesse des weiteren Fortschritts der Wissenschaft erfüllt.

München, im August 1970

INSTITUT FÜR SOZIALWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG E.V.

I. Der deutsche Maschinenbau und sein technisches Personal

Der deutsche Maschinenbau, dessen technisches Personal Objekt der vorliegenden Untersuchung ist, stellt mit etwa 4 % aller Erwerbspersonen einen wichtigen Teil der Wirtschaft der Bundesrepublik und ist einer der hauptsächlichen "Verbraucher" von technischem Personal: Von den rund 700 000 Ingenieuren, Technikern, technischen Zeichnern und ähnlichen Arbeitskräften (ohne Spezialisten des Hoch- und Tiefbaus), die 1961 bei der letzten Berufszählung ermittelt wurden, entfielen etwa 20 % auf den deutschen Maschinenbau.

Es erscheint - vor allem im Hinblick auf den ausländischen Leser - sinnvoll, den Einzelanalysen in den folgenden Kapiteln einen zusammenfassenden Überblick über den deutschen Maschinenbau und sein technisches Personal sowie seine wichtigsten Strukturmerkmale und Entwicklungsdaten vorauszuschicken.

Dieser Überblick stützt sich, soweit nicht anders angegeben, auf Veröffentlichungen der Amtlichen Statistik bzw. des Wirtschaftsverbands (Verein deutscher Maschinenbauanstalten)¹⁾ und auf die Ende 1968 vom VDMA und dem Institut für sozialwissenschaftliche Forschung bei den Firmen des deutschen Maschinenbaus durchgeführte Ingenieurerhebung, welche die wichtigste Materialbasis der folgenden Kapitel darstellt. Diese Erhebung hatte sich (wie die frühere, gleichartige Erhebung des VDMA aus dem Jahr 1955 und 1961) an alle Mitgliedsfirmen des Verbands gewandt; der Erhebungsbogen wurde von rund 55 % aller Betriebe beantwortet, so daß die Erhebungsdaten im statistischen Sinn einer Stichprobe entstammen.

1) Vgl. Statistische Jahrbücher der Bundesrepublik Deutschland sowie VDMA, Statistisches Handbuch für den Maschinenbau, Ausgabe 1969.

1. Struktur und Entwicklung des Wirtschaftszweiges

a) Umsatz, Beschäftigung und Ausfuhr

Nach der Zahl der Beschäftigten liegt der Maschinenbau seit dem Jahr 1954 an der Spitze aller Industriegruppen der Bundesrepublik, vor der elektrotechnischen Industrie, der chemischen Industrie und dem Fahrzeugbau.

Gemessen an seinem Umsatz (42 Milliarden DM im Jahr 1968) steht der Maschinenbau an zweiter Stelle der Industriegruppen nach der Ernährungsindustrie (rund 50 Milliarden DM, in denen allerdings die wichtigsten Verbrauchssteuern enthalten sind).

Tabelle I/1

Umsatz, Beschäftigung und Ausfuhr der größten Industrie-
gruppen 1968

Industriegruppe	Umsatz (Mio DM)	Beschäf- tigte in 1000	Ausfuhr (Mio DM)
<u>a) Absolute Werte</u>			
Maschinenbau	42 054	1 084	21 136
Elektroindustrie	33 980	942	8 670
Chemische Industrie	41 356	542	14 604
Straßenfahrzeugbau	29 505	512	13 974
Textilindustrie	21 130	499	4 380
Ernährungsindustrie	49 861	475	2 378
Gesamte Industrie (ohne Bauindustrie)	405 556	8 068	99 551
<u>b) In % der gesamten Industrie</u>			
Maschinenbau	10,4	13,4	21,2
Elektroindustrie	8,4	11,7	8,7
Chemische Industrie	10,2	6,7	14,7
Straßenfahrzeugbau	7,3	6,3	14,0
Textilindustrie	5,2	6,2	4,4
Ernährungsindustrie	12,3	5,9	2,4
Gesamte Industrie (ohne Bauindustrie)	100,0	100,0	100,0

Quelle: VDMA, Statistisches Handbuch für den Maschinenbau,
Ausgabe 1969.

Erzeugnisse des Maschinenbaus stellten 1968 über 20 % der gesamten Ausfuhr der Bundesrepublik. Mit einem Auslandsumsatz von rund 50 % gehört der deutsche Maschinenbau zu den am stärksten exportorientierten Branchen der deutschen Wirtschaft.

Die wichtigsten Abnahmeländer sind die Länder der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft mit (1968) zusammen rund 33 % der gesamten Ausfuhr an Maschinenbauerzeugnissen. Auf die Vereinigten Staaten und Großbritannien entfielen jeweils knapp 8 % bzw. 6 %, auf die beiden Nachbarländer Schweiz und Österreich knapp 5 % und gut 4 %.

b) Die Entwicklung des Maschinenbaus in der Nachkriegszeit

Im Laufe der fünfziger Jahre erlebte der deutsche Maschinenbau eine rapide Expansion, die sich seit Beginn der sechziger Jahre stark verlangsamt hat. Insbesondere wurde der deutsche Maschinenbau schwerer als die meisten anderen Wirtschaftszweige von dem Konjunkturrückgang der Jahre 1966/67 betroffen; Beschäftigung und Nettoprodukt des Jahres 1965 wurden erst 1969 wieder erreicht.

Tabelle I/2

Wichtigste Entwicklungsdaten des Maschinenbaus 1950 bis 1968

Jahre	Bruttoproduktion in jeweiligen Preisen (Mrd. DM)	Nettoproduktion in Preisen von 1962 (Mrd. DM)	Beschäftigte (Jahres- durchschnitt in 1000)	Produktivität (Nettoproduktion in Preisen von 1962 je Beschäf- tigtem (in 1000 DM)
1950	5,1	6,5	480	13,5
1955	14,8	13,2	739	17,9
1961	28,5	19,6	1 024	19,1
1965	37,6	21,9	1 088	20,2
1968	40,0	21,5	1 056	20,3

NB! Die Jahre 1955 und 1961 wurden in die Tabelle aufgenommen, weil für diese beiden Jahre aus Erhebungen des VDMA Zahlen über den Ingenieurbestand vorliegen, die in etwa mit den Werten von 1968 vergleichbar sind.

Da der deutsche Maschinenbau ganz überwiegend eine arbeitsintensive Branche ist (1966 entfielen rund 35 % des Umsatzes auf direkte und indirekte Personalkosten; dies sind weit über 50 % des Nettoproduktionswerts in jeweiligen Preisen), hat sich die Bruttoproduktion in jeweiligen Preisen sehr viel rascher erhöht als das vor allem von Lohnsteigerungen bereinigte Nettoprodukt. Dieses selbst erhöhte sich in der Nachkriegszeit vor allem durch Zunahme der Beschäftigung und sehr viel weniger durch Steigerung der Arbeitsproduktivität:

Zuwachs 1950/1965

Nettoproduktion	237 %
Beschäftigung	126 %
Produktivität	50 %

In der Nachkriegsgeschichte des deutschen Maschinenbaus stellen die Jahre um 1960 einen deutlichen Einschnitt dar. Bis dahin ist nicht nur ein rapides Wachstum von Produktion und Beschäftigung, sondern auch ein gewisser regelmäßiger Zuwachs der Arbeitsproduktivität zu verzeichnen. Seitdem ist praktisch nur mehr der Umsatz gestiegen, während Produktionswert, Beschäftigung und Produktivität nicht mehr wesentlich zunahmen.¹⁾

Der deutsche Maschinenbau, von dem sehr wichtige Impulse auf technischen Fortschritt und Produktivitätssteigerung in der restlichen Industrie ausgehen, konnte selbst in der Nachkriegszeit aus Gründen, auf die nunmehr kurz einzugehen ist, seine durchschnittliche Arbeitsproduktivität

1) Hierbei ist allerdings die erhebliche, seit dem Ende der fünfziger Jahre eingetretene Verkürzung der Jahresarbeitszeit durch Reduzierung der Wochenarbeitszeit auf 40 Stunden sowie durch Verlängerung des Jahresurlaubs auf mindestens drei Wochen zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu beachten, daß die genannten Maßgrößen - Brutto/Nettoproduktion in jeweiligen wie auch konstanten Preisen - nur sehr grobe Indizes darstellen. Im einen Fall enthält die Produktivitätsmessung unausgewiesene Lohn- und Preisbewegungen, im anderen Fall bleiben Qualitätsveränderungen des Produkts außer Betracht.

gemessen an der Entwicklung bei seinen wichtigsten Abnehmern (wo sich der Nettoproduktionswert je Beschäftigten zum Teil seit 1950 verdreifacht hat), nur geringfügig erhöhen.

c) Betriebs- und Fertigungsstruktur

Produktion und Beschäftigung des Maschinenbaus verteilen sich auf eine große Zahl von Betrieben, von denen die Mehrzahl nur mittlerer und kleiner Größe ist.

Tabelle I/3

Betriebsgrößengliederung des deutschen Maschinenbaus
(September 1967 - Betriebe mit 10 und mehr Beschäftigten -
örtliche Betriebseinheiten)

Größenklassen Beschäftigte		Zahl der Betriebe	Zahl der Beschäftigten	Umsatz
		(in % des deutschen Maschinenbaus)		
10 bis	19	16,7	1,2	1,0
20 bis	49	27,4	4,5	3,8
50 bis	99	20,4	7,4	6,5
100 bis	199	15,1	10,8	9,5
200 bis	299	6,5	8,1	7,4
300 bis	499	5,9	11,5	11,5
500 bis	999	4,6	16,0	16,2
1000 bis	4999	3,2	32,2	34,7
5000 und mehr		0,2	8,3	9,4

Quelle: VDMA, Statistisches Handbuch für den Maschinenbau, Ausgabe 1969.

Die große Bedeutung von Klein- und vor allem Mittelbetrieben hat sich in den letzten Jahrzehnten kaum verändert; die Betriebsgrößenstruktur des Maschinenbaus in der Bundesrepublik Deutschland entspricht auch heute noch etwa der des Deutschen Reichs von 1936.

Aktiengesellschaften waren 1962 nur mit etwa 30 % an den Beschäftigten und am Umsatz beteiligt. Weitere 30 % ent-

fielen auf Betriebe, die die Rechtsform einer GmbH hatten. Über 40 % der Arbeitskräfte waren in Betrieben beschäftigt, die nach ihrer Rechtsform einen oder mehrere vollverantwortliche Unternehmer haben; diese Betriebe brachten fast 40 % des Umsatzes.

Kleinbetriebe bis 100 Beschäftigte, die natürlich die Masse der Betriebe ausmachen, stellten immerhin im September 1967 noch 13 % der Beschäftigten und waren mit 11 % am Umsatz beteiligt; auf die Mittelbetriebe von 100 bis 500 Beschäftigten entfielen weitere rund 30 % der Beschäftigten und fast 30 % der Umsatzes.

Anhand der Betriebsgröße ist eine gewisse Kontrolle der Repräsentativität der Stichprobe möglich, allerdings eingeschränkt durch die Tatsache, daß die Ingenieurserhebung sich primär an Firmen wandte mit der Bitte, örtliche Betriebseinheiten jeweils gesondert auszuweisen, während die in der Tabelle wiedergegebenen Zahlen der Amtlichen Statistik nur auf örtliche Betriebseinheiten abgestellt sind. Statt 5 300 Einzelbetriebe, welche die Amtliche Statistik im September 1966 auswies, erreichte die Ingenieurserhebung nur etwa 3 000 Firmen, von denen nur wenige mehrere örtliche Einheiten gesondert meldeten: Nur gut 5 % aller rücklaufenden auswertbaren Fragebogen stammen aus Betrieben, die Teil eines Unternehmens mit mehreren Produktionsstätten sind; in weiteren 6 % der Fälle wurden mehrere Betriebe eines Unternehmens gemeinsam gemeldet.

Demzufolge wurden auch von der Ingenieurserhebung in den Größenklassen bis 100 Beschäftigte Betriebe mit nur etwa einem Viertel der Arbeitskräfte erfaßt wie von der Amtlichen Statistik ausgewiesen werden. Die Quote steigt dann auf 45 % in Betrieben mit 100 bis 300 Beschäftigten, knapp 55 % in Betrieben mit 300 bis 1 000 Beschäftigten und knapp 65 % in Betrieben mit mehr als 1 000 Beschäftigten.

Betrachtet man nur die Betriebe mit über 100 Beschäftigten, bei denen die verschiedene Definition von "Betrieb" weniger durchschlagen dürfte, so ist in der Ingenieurserhebung 1968 dennoch eine gewisse Verzerrung zugunsten größerer Betriebe unverkennbar, die einen Stichprobenfehler von annähernd 10 % bewirken kann.

Wie schon angesichts der Betriebsgrößenstruktur und der relativ niedrigen Produktivität zu erwarten, dominiert im deutschen Maschinenbau die Fertigung einzelner Maschinen oder Anlagen bzw. kleiner Serien.

Tabelle I/4

Betriebe und Beschäftigte nach Fertigungsverfahren

Betriebe mit	Zahl der Betriebe %	Zahl der Beschäftigten %
Einzel-/Anlagenfertigung	15,4	8,7
Kleinserien	12,4	6,7
Großserien	2,4	4,9
Einzel-/Anlagen- sowie Kleinserienfertigung	47,3	40,7
Einzel-/Anlagen- sowie Großserienfertigung	2,8	3,8
Kleinserien und Großserien	9,7	17,4
Alle Verfahren	8,3	17,1
Ohne Angabe	1,7	0,7

Quelle: VDMA/ISF: Ingenieurserhebung.

Die Masse der Arbeitskräfte ist in Betrieben tätig, die Einzel- und Anlagenfertigung (hierunter wurde auch Fertigung von Einzelstücken nach dem Baukastenprinzip aus in Serie hergestellten Teilen gezählt, bei der in Serie hergestellte Teile verwendet werden) mit Klein- und gelegentlich auch Großserien kombinieren: 58 % aller erfaßten Arbeitskräfte. Reine Serienfertigung ist demgegenüber selten. Nicht einmal 30 % aller erfaßten Arbeitskräfte sind in Betrieben beschäftigt, die nicht auch Einzelmaschinen bzw. Einzelanlagen produzieren.

Es wird sich noch zeigen, daß diese typische Fertigungsstruktur des deutschen Maschinenbaus von sehr hoher Bedeutung für den Bedarf an technischem Personal und Ingenieuren ist: Von den Ingenieuren sind nur 16 % (gegenüber 29 % aller Arbeitskräfte) in Betrieben tätig, die nur Serien produzieren.

In der Ingenieurserhebung 1968 war es möglich, die Betriebe nach ihrem Standort zu gliedern.

Tabelle I/5

Betriebe und Beschäftigte nach regionaler Lage

<u>Betriebslage</u>	<u>Betriebe</u>	<u>Beschäftigte</u>
Großstadt	39,0	41,4
Einzugsgebiet einer Großstadt	27,8	24,5
Größere Entfernung zu einer Großstadt	31,0	30,1
Ohne Angabe	2,2	4,0
	100,0	100,0

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurerhebung 1968.

Rund 40 % der Betriebe liegen in einer Großstadt mit mehr als 100 000 Einwohnern, der Rest zu etwa gleichen Teilen im Umkreis einer Großstadt (maximal 30 km Entfernung) bzw. in kleineren Orten, die von der nächsten Großstadt mehr als 30 km entfernt sind. Die Lage des Betriebs spielt keine entscheidende Rolle für die Betriebsgröße; die Beschäftigten verteilen sich ähnlich auf Großstadtnähe und sonstige Standorte wie die Betriebe. Hingegen wird sich weiter unten noch zeigen, daß die Ingenieurichte in erheblichem Maß von der Lage des Betriebs abhängig ist.

d) Die einzelnen Fachzweige

Der deutsche Maschinenbau wird nach seinen Produkten in über 30 "Fachzweige" gegliedert. Die nach Beschäftigung wie Produktionswert wichtigsten Fachzweige sind (in Klammern jeweils der Anteil an den Beschäftigten des Maschinenbaus): Werkzeugmaschinen (10,4 %), Landmaschinen und Ackerschlepper (6,6 %), Bau- und Baustoffmaschinen (6,4 %), Büromaschinen (6,2 %), Hebezeuge und Fördermittel (5,8 %), Nahrungsmittelmaschinen (5,7 %), Textilmaschinen (5,3 %), Armaturen (4,6 %), Pumpen und Verdichter (4,5 %), Kraftmaschinen (4,4 %), Präzisionswerkzeuge (4,4 %) sowie Druck- und Papiermaschinen und Antriebstechnik (je 4,3 %).

Diese 13 Fachzweige stellten 1968 jeweils etwa drei Viertel der Beschäftigten und des Umsatzes des deutschen Maschinenbaus; der Rest verteilt sich auf über 20 weitere, meist kleinere Fachzweige.

Tabelle I/6

Struktur und Entwicklungsdaten der Fachzweige des deutschen Maschinenbaus 1968 bzw. 1961/68

Fachzweig	1968			Veränderung 1961/68 (1961 = 100)		
	Beschäftigte (100)	Umsatz (Mill. DM)	Ums. je Besch. (1000 DM)	Besch.	Umsatz	U/B
Werkzeugmaschinen	110,0	3550,2	32,6	4	24	+24
Hütten- und Walzwerkseinrichtungen	13,5	521,0	38,6	-29	- 8	+26
Industrieöfen, Öl- und Gasfeuerungen	10,0	377,1	40,1	122	160	+36
Gießereimaschinen	5,7	171,3	30,6	-	10	+10
Prüfmaschinen	5,2	154,3	29,7	49	70	+13
Holzbearbeitungsmaschinen	20,0	720,4	36,0	11	56	+36
Präzisionswerkzeuge	46,0	1216,6	26,4	15	43	+27
Autogen-Geräte und -maschinen	3,8	115,8	30,5	-12	29	+43
Lokomotiven	6,0	179,9	30,0	-50	-35	+29
Kraftmaschinen	46,0	1888,1	41,0	- 8	41	+60
Pumpen, Verdichter	47,0	1658,9	35,1	27	49	+15
Lufttechn. und Trocknungsanlagen	36,5	1406,0	38,5	30	57	+20
Kältemaschinen	16,5	651,2	40,1	-17	19	+51
Bau-, Baustoffmasch.	67,0	2756,1	44,1	12	42	+37
Gummi-, Kunststoffm.	23,0	1134,3	54,0	64	136	+50
Bergwerksmaschinen	23,5	815,1	34,7	-29	-15	+16
Landm., Ackerschlepper	70,0	3322,9	47,5	-14	- 1	+15
Nahrungsmittelmasch.	60,0	2021,2	33,8	13	44	+28
Apparatebau	30,0	1204,6	40,8	- 8	38	+58
Waren-, Leistungsautom.	6,5	175,5	28,1	86	41	+25
Waagen	8,2	254,9	31,1	- 2	38	+35
Hebezeuge, Fördermit.	61,5	2114,0	34,5	16	32	+15
Druck-, Papiermasch.	45,0	2094,6	47,6	7	77	+70
Büromaschinen	65,0	2652,3	41,1	33	135	+97
Textilmaschinen	56,0	2136,5	38,3	11	81	+61
Nähmaschinen	15,0	393,7	26,2	-21	10	+45
Wäscherei-, Chemisch-reinigungsmaschinen	5,2	178,4	35,0	- 2	13	+18
Masch. f. d. Schuh- und Lederindustrie	5,5	138,1	24,0	-18	6	+20
Feuerwehrgeräte	3,0	120,1	4,0	7	47	+37
Armaturen	49,0	2089,2	44,9	22	81	+50
Antriebstechnik ¹⁾	45,0	1580,1	35,1	5	40	+33
Geldschränke, Tresoranl.	2,3	64,5	28,7	53	90	+32
Ölhydraulik, Pneumatik	6,0	242,7	40,45	29	131	+65

1) Ohne Wälzlager.

Quelle: VDMA bzw. Amtliche Statistik ohne selbständige Konstruktionsbüros.

Im Strukturvergleich fallen erhebliche Unterschiede im Bruttoproduktionswert je Beschäftigtem auf, die, setzt man konstante Nettoproduktionsquoten voraus, das kombinierte Ergebnis unterschiedlicher Arbeitsproduktivität und unterschiedlicher Nettoproduktionsquote (Anteil von Eigenerzeugung und angelieferten Teilen am Produktionswert) sind - wobei vermutlich der letztere Faktor stärker ins Gewicht fällt.

Die einzelnen Fachzweige haben sich zwischen 1961 und 1968 sehr verschieden entwickelt.

Die Masse der Fachzweige läßt sich vier Typen zuordnen:

1. Umsatz und Beschäftigung sind weit überdurchschnittlich gestiegen; die rasch wachsende Nachfrage nach Erzeugnissen dieses Fachzweigs hatte eine starke Expansion der ihm zugehörigen Betriebe bzw. Betriebsabteilungen zur Folge.

Hierzu gehören vor allem kleinere Fachzweige wie Industrieöfen, Gummi- und Kunststoffmaschinen, Waren- und Leistungsautomaten, Prüfmaschinen, aber auch als Grenzfall Büromaschinen.

2. Der Umsatz stieg stark bis sehr stark, während die Beschäftigung im wesentlichen unverändert blieb; hier wurde der wachsenden Nachfrage nach Erzeugnissen vor allem durch veränderte Fertigungsstrukturen und durch einen verstärkten Rückgriff auf Zulieferungen begegnet.

Hierzu gehören einige wichtige Fachzweige, so vor allem Druck- und Papiermaschinen, Textilmaschinen und Ölhydraulik/Pneumatik.

3. Beschäftigung und Umsatz entwickelten sich etwa wie im Durchschnitt der gesamten Branche; die Belegschaft hat sich nur etwas erhöht und der Umsatzzuwachs ist überwiegend Ausdruck von Preissteigerungen.

Zu diesem Typ gehören einige der größten Fachzweige, vor allem Werkzeugmaschinen, Bau- und Baustoffmaschinen, Nahrungsmittelmaschinen, Hebezeuge und Fördermittel.

4. Die Beschäftigung hat abgenommen; der Umsatz hat sich gleichfalls reduziert oder stieg nur mehr wenig.

Zu diesem Typ gehören einige der ältesten und traditionsreichsten Zweige des Maschinenbaus, deren Produkte sozusagen im Windschatten der technischen Entwicklung stehen, so vor allem Hütten- und Walzwerkseinrichtungen, Gießereimaschinen, Bergwerksmaschinen, Landmaschinen, der Apparatebau, Nähmaschinen, Maschinen für Schuh- und Lederindustrie und Kraftmaschinen.¹⁾

Eine Kontrolle der Stichprobe der Ingenieurserhebung 1968 anhand der Belegschaftsstärke der einzelnen Fachzweige war nicht möglich, da

- o in der Ingenieurserhebung 1968 die große Masse der Betriebe dem Fachzweig zugeordnet wurde, in dem der Schwerpunkt der Erzeugung liegt, so daß einige Fachzweige schon aus diesem Grund formal unterrepräsentiert sein müssen, weil ihre Erzeugnisse vor allem in Kombination mit anderen Produkten hergestellt werden;
- o ein Teil des deutschen Maschinenbaus aus Betriebsabteilungen oder Werken von Unternehmen besteht, die überwiegend einer anderen Branche (zum Beispiel Elektroindustrie oder Kraftfahrzeugindustrie) zugehören; diese Teile wurden von der Ingenieurserhebung aus verständlichen Gründen schlechter erfaßt als von der Amtlichen Statistik und konnten, soweit sie in der Ingenieurserhebung gemeldet wurden, nicht auf die einzelnen Fachzweige ver-

1) Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Umsatz- und Beschäftigungszahlen zum Teil Annäherungswerte darstellen, da viele Betriebe Produkte herstellen, die verschiedenen Fachzweigen zugehören und in den statistischen Meldungen Belegschaft und Umsatz mit mehr oder minder großer Genauigkeit auf die einzelnen Fachzweige verteilen. Eine Veränderung in der statistischen Verteilung auf Fachzweige zwischen 1961 und 1968 kann also, wenn sie bei mehreren grossen Betrieben im gleichen Sinn erfolgt, die Entwicklungsdaten für einzelne Fachzweige spürbar verfälschen.

teilt werden, sondern mußten in einer Residualkategorie (Kombination von Maschinenbau mit anderen Fertigungen) zusammengefaßt werden.

Deshalb ist beispielsweise der Fachzweig Kraftmaschinen in der Stichprobe der Ingenieurserhebung nur mit 30 % der Belegschaft vertreten, die in der Amtlichen Statistik gemeldet wird.

Trotz der genannten statistischen Unsicherheiten bleibt bestehen, daß die Entwicklungstendenzen im deutschen Maschinenbau heterogen sind. Ausgesprochen expandierenden Teilen wie Bau von Büromaschinen, Industrieöfen und Ölhydraulik, Gummi und Kunststoff stehen Fertigungen gegenüber, deren Umsatz - relativ zu anderen Fachzweigen - seit zwei Jahrzehnten rückläufig ist, wie Lokomotivbau, der Bau von Landmaschinen, Gießereimaschinen und ähnlichem. Auch die großen klassischen Fachzweige wie Werkzeugmaschinen, Hebezeuge und Fördermittel, Bau- und Baustoffmaschinen, Textilmaschinen und Armaturen unterliegen unterschiedlichen, mit dem verfügbaren statistischen Material allerdings nur annähernd zu belegenden Entwicklungstendenzen.

2. Die Struktur des technischen Personals

a) Art der Ausbildung

Im deutschen Maschinenbau, soweit er von der Ingenieurserhebung erfaßt wurde, entfielen Ende 1968 auf je 100 Beschäftigte 14,5 Naturwissenschaftler, Ingenieure, Techniker und sonstige technische Angestellte.

Nach ihrem Ausbildungsabschluß gliedern sich diese - auf die Gesamtbeschäftigung des Maschinenbaus hochgerechnet rund 150 000 - Arbeitskräfte auf in:

Tabelle I/7

Technisches Personal im Maschinenbau nach Ausbildungsniveau 1968 (in % des gesamten technischen Personals)

<u>Naturwissenschaftler</u>		0,3 %
Hochschulingenieure	4,9 %	
Fachschulingenieure	23,1 %	
Ingenieure mit anderer Vorbildung	4,6 %	
Ingenieure insgesamt		32,6 %
Techniker mit Examen einer Technikerschule	14,8 %	
Sonstige technische Ange- stellte	52,3 %	
Technische Angestellte ohne Ingenieure und Naturwissen- schaftler insgesamt		67,1 %

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurserhebung 1968.

Naturwissenschaftler - Mathematiker, Physiker und Chemiker - haben in Deutschland in aller Regel ein Hochschulstudium von mindestens fünf- bis sechsjähriger Dauer absolviert. Soweit sie nach der Diplomprüfung promoviert haben, erhöht sich ihre normale Studiendauer auf etwa acht Jahre.

Hochschulingenieure haben ein Studium an einer technischen Hochschule absolviert, dessen Minstdauer heute bei vier Jahren (acht Semester) liegt, dessen durchschnittliche Dauer etwa elf Semester beträgt.

Die Hochschulingenieure im Maschinenbau verteilen sich zu 80 % auf die Fachrichtung "Maschinenbau"; weitere jeweils knapp 5 % haben ein Diplom als Ingenieure für Verfahrenstechnik bzw. Elektrotechnik; weitere 10 % haben einen Abschluß in einer anderen Fachrichtung (beispielsweise als Bauingenieur, als Hütten- und Bergwerksingenieur usw.).

Die große Masse der Ingenieure (71 %) wird dargestellt von den Fachschulingenieuren. Der Fachschulingenieur ist ein charakteristisches Produkt des deutschen technischen Ausbildungssystems. Der "Normaltyp" des heute im Beruf stehenden Fachschulingenieurs hat entweder nach der Volksschule oder nach der sogenannten "Mittleren Reife" (zehnjährige Schulzeit, davon entweder sechs Jahre in einer höheren Schule oder sechs bzw. vier Jahre in einer Mittelschule bzw. in einzelnen Fällen zwei Jahre in einer sogenannten Aufbauschule) eine Facharbeiterlehre abgeschlossen (bei den Fachschulingenieuren im deutschen Maschinenbau ganz überwiegend eine Lehre als Schlosser, Mechaniker oder Werkzeugmacher) und dann - wenn er die Mittlere Reife besaß, sofort, andernfalls nach ein bzw. zwei Vorbereitungssemestern in Abend- oder Vollzeitstudium - ein in der Regel dreijähriges Vollzeitstudium in einer Ingenieurschule absolviert.

In neuerer Zeit scheint der Zugang zur Ingenieurschule nach der Mittleren Reife ohne Facharbeiterausbildung und lediglich mit einem technischen Praktikum von zwei Jahren häufiger zu werden.

Der Fachschulingenieur wird, seiner praktischen Erfahrung und seiner (trotz guten Wissens) geringeren theoretischen Ambitionen wegen in der deutschen Industrie hoch geschätzt. In der Ingenieurserhebung wurden durchschnittliche Anfangsgehälter nach Abschluß der Ausbildung für Fachschulingenieure genannt, die gut 80 % des entsprechenden Gehalts für einen Diplom-Ingenieur betragen, wobei zu beachten ist, daß der Fachschulingenieur bei Abschluß der Ingenieurschule im allgemeinen zwei bis drei Jahre jünger ist als der Diplom-Ingenieur.¹⁾

1) Im Rahmen der gegenwärtigen Hochschulreform werden die bisherigen Ingenieurschulen als sogenannte "Fachhochschulen" (analog zu den französischen IUT) in das Hochschulsystem eingegliedert; gleiches erfolgte bereits in der Vergangenheit mit den Ausbildungsstätten für Volksschullehrer (Pädagogische Hochschulen). Als Zugangsvoraussetzung soll im Regelfall der erfolgreiche Besuch einer Fachoberschule gelten, die zumindest nach Dauer und Anspruchsniveau den anderen Oberschulzweigen gleichgestellt wird.

Die Fachschulingenieure im deutschen Maschinenbau haben zu 86 % eine Qualifikation in der Fachrichtung Maschinenbau. Verfahrenstechniker sind mit knapp 3 % und die Elektrotechniker sowie sonstige Fachrichtungen mit jeweils knapp 6 % beteiligt.

Ingenieure mit anderer Vorbildung sind in aller Regel Arbeitskräfte, die sich im Betrieb und in der praktischen Arbeit durch besondere Leistungen ausgezeichnet und "hochgedient" haben.

Demzufolge sind die Ingenieure mit anderer Vorbildung älter als ihre Kollegen mit Hochschul- oder Ingenieurausbildung: 56 % waren 1968 über 40 Jahre alt gegenüber nur 45 % bei den Diplom-Ingenieuren und 39 % bei den Fachschulingenieuren.

Die Ingenieure mit sonstiger Vorbildung werden zu 83 % der Fachrichtung Maschinenbau zugerechnet. 6 % sind Elektroingenieure. Der Rest entfällt auf sonstige Fachrichtungen, die, wie bei den anderen Ingenieuren, vor allem Spezialqualifikationen aus dem Anwendungsbereich der Produkte des betreffenden Betriebs darstellen dürften.

Techniker mit Examen haben, von wenigen Ausnahmen abgesehen, als Basisqualifikation eine Facharbeiterausbildung und eine mehrjährige Erfahrung als Facharbeiter.

Die Qualität der Technikerexamen ist ebenso wie die Qualität und Dauer der dem Examen vorausgehenden Ausbildung heterogen. Einerseits bestehen an den meisten staatlichen und privaten Ingenieurschulen Abend- oder auch Vollzeitkurse für Techniker, deren Besuch früher zum Teil als Voraussetzung für die Ausbildung zum Fachschulingenieur galt; zum anderen bestehen zahlreiche mehr oder minder spezialisierte private Technikerschulen, die in Vollzeitkursen, in Abendkursen oder in Fernkursen auf ein Abschlußexamen vorbereiten.

Etwa 50 % des gesamten technischen Personals stellen die sonstigen technischen Angestellten. Sie lassen sich nach Ausbildung und beruflicher Erfahrung ganz überwiegend drei Gruppen zuordnen:

- o Technische Zeichner, die im allgemeinen nach der Volksschule eine dreijährige Lehre absolviert haben und dann als technische Angestellte, meist in Konstruktionsbüros, beschäftigt werden;
- o Meister, die eine Facharbeiterlehre abgeschlossen haben und eine lange Berufserfahrung besitzen;
in der Nachkriegszeit verstärkte sich die Tendenz, von den zukünftigen Meistern den erfolgreichen Besuch von sogenannten "Industriemeisterkursen" zu verlangen, die als Abendkurse mit einer abschließenden Prüfung von der Industrie bzw. den Industrie- und Handelskammern organisiert werden;
- o technische Angestellte wie Zeitnehmer, Arbeitsvorbereiter u.ä., deren Grundqualifikation gleichfalls eine Ausbildung und eine mehr oder minder lange Berufserfahrung als Facharbeiter ist, vielfach ergänzt durch mehr oder minder intensive Kurse verschiedenster Art, unter denen wohl die Kurse des "REFA-Verbands für Arbeitsstudien" für Zeitnehmer und Kalkulatoren die häufigsten sind; nicht selten werden auch qualifizierte Facharbeiter ohne besondere Ausbildung als technische Angestellte für die entsprechenden Aufgaben eingesetzt.

Diesen drei Gruppen ist gemeinsam, daß sie ihre Grundqualifikation in einer Lehre erworben haben, das heißt, in einer 3-bis 3 1/2-jährigen praktischen Ausbildung in einem Betrieb, die in allen Fällen durch 6- bis 8-stündigen Berufsschulunterricht pro Woche und in größeren Betrieben oft noch durch zusätzliche betriebsinterne theoretische Kurse ergänzt wurde. Der Inhalt der Lehre ist durch ein "Berufsbild" geregelt. Sie wird durch eine von den Industrie- und Handelskammern veranstaltete Prüfung abgeschlos-

sen. Berufsbild und Prüfungsordnung lassen jedoch den Betrieben einen beträchtlichen Spielraum bei der Gestaltung der Lehre, was dann auch entsprechende Konsequenzen für die Qualität hat. Im deutschen Maschinenbau gibt es eine alte Tradition betrieblicher Lehrwerkstätten, in denen der größere Teil der praktischen Ausbildung getrennt von den Fertigungsstätten und unter der Anleitung von Meistern und Facharbeitern geschieht, die sich nur dieser Aufgabe zu widmen haben. Daneben findet sich jedoch auch noch eine Ausbildung mehr handwerklicher Art, die im wesentlichen darin besteht, daß der Lehrling erfahrenen Facharbeitern beigegeben, unter ihrer Aufsicht zunächst mit Hilfsarbeiten und dann erst Schritt für Schritt mit schwierigeren Arbeiten beauftragt wird.

b) Das technische Personal in den Einsatzbereichen

Bei der Ingenieurserhebung wurde die Struktur des technischen Personals getrennt nach drei "Einsatzbereichen" ermittelt:

- o Entwicklung, Projektierung und Konstruktion;
- o Produktion, einschließlich Hilfsbetriebe, Arbeitsvorbereitung u.ä.;
- o Unternehmensleitung, Vertrieb u.ä.

Gut die Hälfte (52 %) des technischen Personals ist in Entwicklung und Konstruktion beschäftigt; auf die Produktion entfallen gut 35 % und auf Unternehmensleitung und Verwaltung knapp 12 %. Der Rest (gut 1 %) ist in mehreren Einsatzbereichen beschäftigt.

In der Ausbildungsstruktur des technischen Personals dieser drei Bereiche bestehen große Unterschiede.

Tabelle I/8

Technisches Personal nach Ausbildungsniveau in Einsatzbereichen

Ausbildungs- niveau	Entwicklung u. Kon- struktion		Produktion		Verwaltung u. Ver- trieb		Mehrere Bereiche		Insgesamt	
		%		%		%		%		%
Hochschul- Naturwiss.	191	0,5	11	0,1	46	0,5	10	0,7	258	0,3
Hochschul- Ingenieure	2433	5,5	355	1,2	1175	11,9	147	11,0	4110	4,9
Fachschul- Ingenieure	12756	29,1	3113	10,6	3341	33,8	310	23,1	19520	23,1
Ingenieure m. and. Vorbild.	2462	5,6	734	2,5	520	5,3	126	9,4	3842	4,6
Ingenieure gesamt	17651	40,2	4202	14,3	5036	51,0	583	43,5	27472	32,6
Techniker mit Examen	8121	18,5	3218	10,9	990	10,0	159	11,9	12488	14,8
Techniker ohne Examen	17881	40,8	21910	74,7	3796	38,5	589	43,9	44176	52,3
Techniker gesamt	26002	59,3	25128	85,6	4786	48,5	748	55,8	56664	67,1
Technisches Personal	43844	100,0	29341	100,0	9868	100,0	1341	100,0	84394	100,0

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurserhebung 1968 (Stichprobenwerte).

In der Produktion entfallen drei Viertel des technischen Personals auf technische Angestellte ohne besondere Ausbildung. Hierbei handelt es sich insbesondere um Meister und technische Angestellte, die mit Arbeitsvorbereitung, Produktionsplanung und ähnlichen Aufgaben betraut sind.

Das Personal von Entwicklung und Konstruktion besteht zu je etwa 40 % aus Ingenieuren sowie sonstigen technischen Angestellten (vor allem technischen Zeichnern); knapp 20 % sind Techniker mit Examen.

In Unternehmensleitung und Vertrieb dominieren die Ingenieure.

Dementsprechend verteilen sich auch die einzelnen Gruppen des technischen Personals mit verschiedenem Ausbildungsabschluß sehr verschieden auf die einzelnen Einsatzbereiche.

Hochschulingenieure sind zu 59 % in Entwicklung und Konstruktion und zu weiteren 29 % in Unternehmensleitung und Vertrieb beschäftigt.

Fachschulingenieure konzentrieren sich noch stärker als die Hochschulingenieure auf Entwicklung und Konstruktion; nur 16 % sind in der Fertigung und nur 17 % in der Verwaltung beschäftigt. Nicht viel anders ist das Bild bei den Ingenieuren mit sonstiger Vorbildung.

Techniker mit Examen sind nur zu 8 % in Verwaltung und Vertrieb, hingegen zu 65 % in Entwicklung und Konstruktion sowie zu 26 % in der Produktion tätig.

Die restlichen technischen Angestellten sind demgegenüber zu knapp 50 % in der Produktion und nur zu gut 8 % in Verwaltung und Vertrieb tätig.

Auf die Bedeutung dieser Unterschiede der Qualifikationsstruktur des technischen Personals ist weiter unten noch mehrmals einzugehen.

3. Zur Entwicklung des Ingenieurbestands

Anhand früherer Erhebungen des VDMA ist es möglich, die Entwicklung des Ingenieurbestands im deutschen Maschinenbau seit 1950 zu verfolgen. Dabei kann es sich allerdings nur um Annäherungen handeln, da sich die früheren Ingenieurhebungen, ebenso wie die von 1968, zwar jeweils an alle Mitgliedsfirmen des Vereins deutscher Maschinenbau-Anstalten wandten, jedoch nur Beteiligungsquoten von etwa 50 bis 60 % erreichten. Die Werte in der folgenden Tabelle wurden vom VDMA auf den gesamten Maschinenbau hochgerechnet.

Tabelle I/9

Entwicklung des Ingenieurbestands 1950, 1955, 1961, 1968

Jahr	Beschäftigte insges. (in 1000)	Ingenieure insgesamt	darunter Ingenieure mit Hoch- schulab- schluß	Ingenieure mit Fach- schulab- schluß	Ingenieure mit anderer Vorbildung
<u>a) absolut</u>					
1950	450,4	20 160	3 441	13 052	3 667
1955	704,6	36 700	6 310	22 975	7 415
1961	983,2	43 600	7 412	28 907	7 281
1968	1084,5	54 500	8 673	37 868	8 019
<u>b) in % der Beschäftigten</u>					
1950		4,47	0,76	2,90	0,81
1955		5,19	0,89	3,25	1,05
1961		4,43	0,75	2,84	0,74
1968		5,03	0,79	3,49	0,75

Quelle: Ingenieurhebungen des VDMA 1950, 1955, 1961, 1968
VDMA, Statistisches Handbuch für den Maschinenbau,
Ausgabe 1970.

Bei den Beschäftigtenzahlen 1950 bis 1961 handelt es sich um Jahresdurchschnitte (ohne West-Berlin). Für das Jahr 1968, in dessen Verlauf sich die Zahl der Beschäftigten des deutschen Maschinenbaus spürbar erhöht, schien der Wert vom Jahresende (Zeitpunkt der Durchführung der Ingenieurhebung) adäquater.

Der gesamte Ingenieurbestand ist schneller gestiegen als die Zahl der Beschäftigten. 1950 entfielen auf 100 Beschäftigte:

- 0,76 Hochschulingenieure
- 2,90 Fachschulingenieure
- 0,81 Ingenieure mit sonstiger Vorbildung.

Bis 1968 hat sich die Ingenieurdicke erhöht auf:

- 0,79 Diplom-Ingenieure
- 3,49 Fachschulingenieure
- 0,75 Ingenieure mit sonstiger Vorbildung.

Diese Entwicklung verlief allerdings nicht stetig, sondern in Sprüngen. Von 1950 bis 1955 stieg zunächst die Ingenieur-
dichte von 4,5 auf 5,2 % an, um dann 1961 wieder auf 4,4 %
abzusinken.

Soweit die Gründe hierfür nicht in dem möglichen Stichpro-
benfehler und hieraus resultierender Ungenauigkeiten der
Hochrechnung liegen, wird auf sie weiter unten noch einzu-
gehen sein.

Tendenziell hat sich der Bestand von Ingenieuren am stärk-
sten erhöht in Unternehmensleitung und Vertrieb und am we-
nigsten in der Produktion.

Das Verhältnis zwischen Diplom-Ingenieuren, Fachschulinge-
nieuren und sonstigen Ingenieuren hat sich vor allem im Be-
reich von Unternehmensleitung und Vertrieb zuungunsten der
Diplom-Ingenieure und zugunsten der Fachschulingenieure ver-
schoben; hier wurden 1968 etwa dreimal soviel Hochschul-
ingenieure, hingegen etwa viermal soviel Fachschulingenieure
beschäftigt als 1950.

II. Das Problem eines adäquaten analytischen Modells

Jede Prognose des Bedarfs von bzw. des Einsatzes an hochqualifizierten Arbeitskräften einer bestimmten Art in einem bestimmten Bereich der Volkswirtschaft setzt ein Erklärungsmodell des Ist-Zustands bzw. der vergangenen Entwicklung voraus; jedes Modell, das für Prognosezwecke verwendet werden soll, muß zuvor seine Fähigkeit beweisen, gegenwärtige Strukturen und vergangene Entwicklungen zu erklären.

In der vorhandenen Literatur und der augenblicklichen Diskussion finden sich zwei Typen von Modellen.

Zu dem ersten Typ gehören sehr eng miteinander verwandte, nur in einzelnen Arbeitsschritten voneinander verschiedene Modelle makroökonomischer Natur auf wachstumstheoretischer Grundlage, wie sie insbesondere Ende der fünfziger und Anfang der sechziger Jahre auf Initiative der OECD entwickelt wurden.

Die Modelle des zweiten Typs, die heterogener und insgesamt weniger ausgereift sind und im wesentlichen aus einer Kritik an Modellen des ersten Typs entstanden, sind in stärkerem Maß mikroökonomischer Natur.

Beiden Modellen ist gemeinsam, daß sie starre, quasi deterministische Beziehungen zwischen wirtschaftlichen Größen einerseits und dem Bedarf an hochqualifiziertem Personal andererseits herzustellen suchen, wobei der Bedarf selbst als durch den Bestand hinreichend indiziert gilt.

Aus der gemeinsam mit dem Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten durchgeführten Ingenieurserhebung 1968 liegt für den deutschen Maschinenbau ein statistisches Material vor, das in vieler Hinsicht besser und detaillierter ist als jene Informationen, welche die Amtliche Statistik über einzelne Branchen anbieten kann. Die Vorteile dieses Materials bestehen insbesondere darin, daß:

- o die Branche sehr viel feiner nach dem Erzeugnis aufgegliedert werden kann;
- o über die einzelnen Betriebe mehr Informationen vorliegen, als sie die Amtliche Statistik erhebt (z.B. Fertigungsverfahren, regionale Lage sowie die Veränderung der Betriebsgröße seit 1961);
- o Informationen über die Qualifikation und den Einsatz wichtiger Beschäftigtengruppen erhoben wurden, die in der amtlichen Berufsstatistik nicht gesondert enthalten sind;
- o es möglich ist, diese berufsstatistischen Daten mit den Informationen über betriebliche Merkmale zu verknüpfen (während die amtliche Beschäftigungsstatistik, welche auch betriebliche Merkmale erfaßt, kaum Informationen über die Berufsstruktur der Beschäftigten enthält und die amtliche Berufsstatistik allenfalls über den Wirtschaftszweig Aufschluß gibt, in dem die Erwerbspersonen beschäftigt sind).

Es liegt nahe, dieses Material im Hinblick auf die wichtigsten Varianten der beiden genannten Typen von Modellen zur Prognose des Bedarfs an Arbeitskräften spezifischer Qualifikationen auszuwerten, das heißt, diese Modelle zur Strukturierung der Informationen aus der Ingenieurserhebung zu benutzen. Hierbei kann sich dann auch zeigen, inwieweit solche Modelle in der Lage sind, plausible Erklärungen für Umfang und Struktur des technischen Personals im deutschen Maschinenbau zu liefern, die sich in statistisch signifikanten Zusammenhängen niederschlagen (d.h. empirisch verifizieren lassen).

Der Versuch, anhand von Hypothesen, die aus derartigen Modellen abgeleitet werden, statistisch einigermaßen eindeutige Zusammenhänge zwischen eingesetztem technischem Personal und wirtschaftlich-technischen Bedingungen herzustellen, verfolgt somit die doppelte Absicht, das Material "zum Sprechen" zu bringen und den Grad zu testen, in dem diese Modelle bzw. die wichtigsten in sie eingehenden Arbeitshypothesen der Realität adäquat sind.

Dabei wird sich allerdings zeigen, wie begrenzt die Fähigkeit dieser Modelle ist, auch mit einer gegenüber den meisten bisherigen Untersuchungen wesentlich erweiterten und differenzierteren Informationsbasis gegenwärtige Strukturen und vergangene Entwicklungen zu erklären - womit dann zwangsläufig auch ihr prognostischer Wert in Frage gestellt wird.

Obwohl hierbei die spezifischen Schwächen des statistischen Materials nicht übersehen werden dürfen - die vor allem darin liegen, daß es einer (wenn auch sehr großen) Stichprobe entstammt, deren Repräsentativität nicht kontrolliert werden kann, wodurch vor allem Zeitvergleiche zur Erfassung vergangener Entwicklungen mit einem erheblichen Unsicherheitsmaß behaftet sind -, werden doch die beiden folgenden Abschnitte sehr deutlich zeigen, wie wünschenswert und notwendig es ist, die bestehenden Vorstellungen und Modellentwürfe in wesentlichen Punkten zu modifizieren oder in ihrer Grundstruktur zu revidieren.

Der letzte Abschnitt wird konsequenterweise die beiden Richtungen angeben, in denen eine solche Revision besonders wichtig und - wie die Kapitel III und IV erweisen werden - auch besonders erfolgversprechend erscheint.

Der kundige Leser wird sehr schnell feststellen, daß eine umfassende Kritik der heute verfügbaren Modelle weder angestrebt werden konnte noch angestrebt wurde. Beabsichtigt war nicht, nachzuweisen, daß die Arbeitshypothesen, die mit dem Material des deutschen Maschinenbaus getestet wurden, falsch sind; es genügt zu zeigen, daß ihre Anwendung bei diesem speziellen Objekt ergebnislos bleibt. Ein positiver Beweis ihrer Unzulänglichkeit wird dann erst in den folgenden Kapiteln und dadurch erbracht werden, daß die Ordnung des Materials nach anderen Arbeitshypothesen sehr viel klarere Zusammenhänge aufzeigt.

1. Makroökonomische Modelle

Es erübrigt sich, an dieser Stelle den Aufbau dieser Modelle und die aus ihm abgeleiteten Rechenschritte im einzelnen darzustellen. Es genügt, hierzu auf die sehr umfangreiche Literatur zu verweisen.¹⁾

Allen Spielarten dieses Modells sind zwei Axiome gemeinsam. Sie unterstellen nämlich in geschlossenen Ableitungszusammenhängen faßbare Beziehungen zwischen

- o Produktion und Gesamtbeschäftigung einer Branche,
- o Gesamtbeschäftigung und Bedarf an hochqualifizierten Arbeitskräften.

In den elaborierteren Fassungen wird darüber hinaus versucht, Beziehungen gleicher Art zwischen Produkt bzw. Produktivität einerseits und dem Anteil hochqualifizierter Arbeitskräfte an der Gesamtbeschäftigung andererseits zu formulieren.

1) Vgl. dazu insbesondere die von der OECD initiierten und veröffentlichten Arbeiten von Parnes, Correa/Tinbergen/Bos und Bombach. In der Bundesrepublik Deutschland wurde Bombachs theoretisches Konzept als Grundlage zweier Bedarfsvorausschätzungen verwendet. (Vgl. dazu: Riese, H., u.a., Die Entwicklung des Bedarfs an Hochschulabsolventen in der Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden, 1967; Widmaier, H.P., u.a., Bildung und Wirtschaftswachstum, Villingen, 1966).

Neuere, in manchen Aspekten modifizierte und verfeinerte Versionen des sogenannten "OECD-Grundmodells" wurden beispielsweise in Frankreich für das Plankommissariat entwickelt sowie in der BRD von Alex/Blum (vgl. Battelle-Institut e.V., Untersuchung zur Klärung der methodischen Möglichkeiten einer quantitativen und qualitativen Vorausschau auf den Arbeitsmarkt in der BRD. Bericht für das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung, Frankfurt/M., März 1968).

Geht man von den in das Modell aufgenommenen Branchenmerkmalen des deutschen Maschinenbaus für die Jahre 1955, 1961 und 1968 sowie vom Bestand an Ingenieuren in den Jahren 1965 und 1961 aus, so läßt sich keine Gleichung konstruieren, mit deren Hilfe aus diesen Daten der Ingenieurbestand des Jahres 1968 errechnet werden könnte.

Tabelle II/1

Branchenkennzeichnung des deutschen Maschinenbaus

Jahr	Nettoproduktion in Mill. DM ¹⁾	Nettoproduktions- wert je Besch. in 1000 DM ¹⁾	Beschäftigte in 1000	Ingenieure in 1000
1955	13 238	17,9	739	36,7
1961	19 608	19,1	1 024	43,6
1968	21 479	20,3	1 050	54,5

1) In Preisen von 1962.

Quelle: Nettoproduktionswert: Statistische Jahrbücher bzw. interne Angaben des VDMA; Beschäftigung: Statistische Jahrbücher; Ingenieure: hochgerechnete Ergebnisse aus den Ingenieurhebungen des VDMA.

Mit je verschiedenen Annahmen errechnet sich aus den in den drei ersten Spalten aufgeführten Werten ein Ingenieurbestand für 1968, der zwischen 37 000 und 51 000 Personen liegt, wobei die meisten Rechnungen einen Wert von etwa 45 000 Personen ergeben, also in jedem Fall weit unter den tatsächlichen Beständen liegen.

Wenn auf diese Weise versucht wird, die Bestände aus der Produktions- und Produktivitätsentwicklung abzuleiten, kann natürlich eingewendet werden, daß der Netto-Produktionswert in diesem Zusammenhang wenig Aussagekraft hat, da er nur Produktmengen (Gewicht der erzeugten Maschinen) abbildet und Qualitätsverbesserungen - wie schon im I. Kapitel gesagt - nicht berücksichtigt.

Ein verbesserter Produktivitätsindex wäre zwar möglicherweise in der Lage, die Entwicklung der Ingenieurbestände genauer zu indizieren; gerade an diesem Punkt jedoch versagt das

Instrumentarium der Amtlichen Statistik, auf das sich alle Arbeiten stützen müssen, die mehr als punktuelle Ergebnisse erbringen sollen. Bislang sind statistisch allein die genannten (und im Prinzip ähnliche: Produktionsergebnis je Beschäftigtenstunde etwa) Produktivitätsindizes mit all ihren Unschärfen und Interpretationsproblemen verfügbar.

Damit vermögen makroökonomische Modelle, die lediglich mit globalen Branchenparametern wie Umsatz, Produktivität und Beschäftigung arbeiten und die einzelnen Arbeitskräftekategorien nur durch Anteilswerte aus der Gesamtbeschäftigung ableiten, die entweder konstant gehalten, in ihrer Entwicklung linear extrapoliert oder in ihrer Veränderung grob geschätzt werden, - zumindest mit den verfügbaren Statistiken - den tatsächlichen Entwicklungstendenzen des deutschen Maschinenbaus zwischen 1955/61 und 1968 nicht Rechnung zu tragen.

Insofern bestätigt sich die von der Wissenschaft seit Jahren formulierte Skepsis gegenüber derartigen Modellen, die allenfalls erste grobe Annäherungen an mögliche Entwicklungstendenzen in der Beschäftigungsstruktur ganzer nationaler Volkswirtschaften zu liefern vermögen.

2. Mikroökonomische deterministische Modelle

Die Forschung reagierte auf die offensichtliche Unzulänglichkeit der Vorausbestimmungs-Modelle der "ersten Generation" einerseits mit dem Versuch, die Rolle hochqualifizierter Arbeitskraft im Produktionsprozeß schärfer zu fassen.¹⁾ Insbesondere war und ist man bestrebt, den Wachstumsprozeß nicht mehr nur anhand gestiegener Outputwerte zu beschreiben, sondern auf Veränderungen in Einsatzverhältnis und Struktur

1) Eine andere Reaktion bestand darin, die Substitutions- und Flexibilitätshypothese einzuführen und reale Substitutionsprozesse zu beschreiben - was allerdings mit den verfügbaren Informationen bisher recht schwierig war.

der Produktionsfaktoren zurückzuführen. Hochqualifizierte Arbeitskräfte werden in diesen Modellen nicht mehr nur als Teil des gesamten Arbeitskräftebestands betrachtet, sondern, zumindest tendenziell, als Produktionsfaktor sui generis, dessen veränderter Einsatz (unabhängig vom oder komplementär zum Einsatz von Arbeitskräften anderer Art) spezifische Wirkungen auf das Produkt oder auf die Produktivität der anderen Produktionsfaktoren haben müßte.¹⁾

Eine Testung dieser Ansätze an dem Material aus dem deutschen Maschinenbau ist nicht ganz einfach, da hierbei in aller Regel entweder noch keine explizit ausformulierten Modelle verwendet wurden oder die benutzten Rechenschemata in ihrer Struktur noch stark von den empirisch-statistischen Operationalisierungsentscheidungen geprägt sind.

Immerhin lassen sich einige wichtige Konzepte über die Beziehungen zwischen Wirtschaftswachstum und Produktivitätssteigerung einerseits, Einsatz von hochqualifiziertem Personal andererseits zu Arbeitshypothesen umformulieren, deren Überprüfung dann anhand von Daten aus dem deutschen Maschinenbau wenigstens annäherungsweise möglich ist:

-
- 1) Vgl. dazu insbesondere die "London-Studie" und die "Ohio-Studie", die im Auftrag der OECD durchgeführt worden sind. OECD (Hrsg.), Deployment and Effective Utilization of Highly Qualified Personnel. Study of Manpower and Economic Performance in the Electrical Engineering Industry by the London School of Economics and Political Science. Unit for Economic and Statistical Studies in Higher Education. DAS/EID/67.39, Paris, 1967 (vervielfältigtes Manuskript).
 OECD (Hrsg.), Deployment and Effective Utilization of Highly Qualified Personnel. Research in the Deployment and Utilization of Human Resources by the Center for Human Resource Research. The Ohio State University. DAS/EID/67.38, Paris, 1967 (vervielfältigtes Manuskript).

- o Konzentration der Produktion auf größere Betriebseinheiten und Unternehmen, Ausbau der technischen Organisation und die hierdurch induzierte Arbeitsteilung innerhalb der Leitungs- und Stabsfunktionen erzwingen einen wachsenden Einsatz hochqualifizierten technischen Personals; Funktionen, die in kleinen oder Mittelbetrieben noch von Meistern und Facharbeitern wahrgenommen werden konnten, erfordern auf einer höheren Stufenleiter von Größe und Organisation des Betriebs spezialisiertes technisches Personal.

Operationalisiert könnte diese Arbeitshypothese etwa lauten:

Mit wachsender Betriebsgröße nimmt der Anteil technischen, insbesondere hochqualifizierten Personals am Gesamtpersonal zu.

- o Die infolge internationaler Konkurrenz und steigender Lohnkosten erzwungene, durch technologische Innovationen und größere Märkte ermöglichte Mechanisierung und Rationalisierung der Fertigungsprozesse (Produktionsinnovation) setzt die Entstehung technischer Stäbe voraus, die in zunehmendem Maß qualifiziertes und hochqualifiziertes Personal absorbieren. Hinzu kommt, daß technisch-organisatorische Fortschritte mit dem Ziel der Steigerung der Arbeitsproduktivität primär die ausführende Arbeit betreffen, das heißt, schon dadurch das Verhältnis zwischen qualifiziertem und hochqualifiziertem technischem Personal einerseits, ausführendem Personal andererseits verändern, daß gleichbleibender Ausstoß weniger ausführende Arbeit erfordert als bisher.

Diese These läßt sich in zweifacher Weise operationalisieren:

Mit steigender Arbeitsproduktivität ist ein steigender Anteil hochqualifizierter Arbeitskräfte am Personal verbunden (Zeitvergleich);

unter sonst gleichen Bedingungen tritt höhere Produktivität eines Betriebs mit höherem Anteil hochqualifizierten Personals auf (Querschnittsvergleich).

- o In vielen Industrien erzwingt der technisch-ökonomische Fortschritt verstärkte Produktinnovation: Die Bereitstellung neuer, besserer und komplizierterer Güter, die entweder dem Endverbraucher einen höheren Gebrauchswert oder dem Produzenten (soweit es sich um Investitionsmittel handelt) rationellere Produktion sichert. Diese Produktinnovation ist ihrerseits nicht möglich ohne hohen zusätzlichen Aufwand an qualifizierter wie auch hochqualifizierter technisch-wissenschaftlicher Arbeit.

Die Operationalisierung dieser These wirft gewisse Schwierigkeiten auf, da sich Produktinnovation sehr viel schwerer indizieren läßt als Produktionsinnovation. Immerhin läßt sich eine Operationalisierung wie folgt versuchen:

Je neuer eine Industrie ist und je stärker sie expandiert, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit von überdurchschnittlicher Produktinnovationsrate; desto höher muß infolgedessen der Anteil qualifizierten und hochqualifizierten technischen Personals liegen.

Diese Arbeitshypothesen, die zumindest einen wichtigen Teil der heutigen Diskussion über die Zusammenhänge zwischen technisch-wirtschaftlicher Entwicklung und verstärktem Bedarf an und Einsatz von hochqualifiziertem Personal resümieren dürften, sind - wie nun zu zeigen - mit dem detaillierten statistischen Material, auf das sich dieser Bericht stützen kann, nicht oder nur sehr mühsam belegbar. Das Material legt im Gegenteil den Schluß nahe, daß diese Thesen wenig oder nicht geeignet sind, Veränderungen und Unterschiede im Einsatz hochqualifizierten Personals so zu erklären, daß sie in dieser Form Projektionsmodellen zukünftiger Bedarfsentwicklungen zugrunde gelegt werden können.

a) Betriebsgröße

Im deutschen Maschinenbau (genauer gesagt, ohne daß dieser Vorbehalt im weiteren immer explizit wiederholt werden soll, in der von der Erhebung des Vereins deutscher Maschinenbau-Anstalten erfaßten Stichprobe von Betrieben mit etwa 55 % aller Beschäftigten) besteht kein erkennbarer Zusammenhang zwischen Größe des Betriebs auf der einen Seite und dem Anteil der Techniker und Ingenieure am gesamten Personal auf der anderen Seite.

Dies gilt sowohl für die Gesamtheit des technischen Personals wie für Ingenieure insgesamt und Fachschul- und Hochschulingenieure.

Tabelle II/2

Technisches Personal in Betrieben verschiedener Größe
(je 100 Beschäftigte)

Beschäftig- tengrößen- klasse	techn. Pers.		Ingenieure			darunter			Angest.
	insges.	ins- ges.	Hoch- schul- abschluß	Fach- schul- abschluß	and- re Vor- bildg.	sonst. ins- ges.	techn. Tech- niker ¹⁾ m.Exam.	übrige techn. Angest.	
1 - 99	14,86	5,15	0,83	3,25	1,07	9,71	2,26	7,45	
100 - 299	13,92	4,26	0,51	2,92	0,83	9,66	2,26	7,40	
300 - 499	15,24	4,93	0,61	3,47	0,85	10,31	2,39	7,92	
500 - 999	14,59	4,59	0,55	3,24	0,80	10,00	2,19	7,81	
1000 u. m.	14,65	4,92	0,88	3,62	0,43	9,74	2,04	7,70	

1) Techniker mit Examen einer Technikerschule.

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurerhebung 1968.

Das Bild würde sich nicht wesentlich ändern, wenn man versuchte, die leichte Verzerrung der Stichprobe zugunsten der größeren Betriebe zu korrigieren. Sicherlich hat ein Teil der kleinen Betriebe, die überhaupt keine Ingenieure beschäftigen, auf die Umfrage deshalb nicht geantwortet; diesem Tatbestand entspricht eben dann auch, daß in der kleinsten Betriebsgrößenklasse der Ingenieuranteil sogar leicht über dem Durchschnitt der Branche liegt. Auch zwischen Mittelbetrieben und Großbetrieben, bei denen Unterschiede der Repräsentativität hier keine Rolle spielen dürfen, besteht kein signifikanter Unterschied in Umfang und Struktur des technischen Personals.

Es ist, wie sich im weiteren zeigen wird, nicht vorstellbar, daß ein möglicher Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Einsatz hochqualifizierten Personals durch andere Faktoren überlagert und vollständig verdeckt wird.

Die Betriebsgröße weist offensichtlich als solche keinen Zusammenhang mit Zahl und Struktur der beschäftigten technischen Angestellten und Ingenieure auf.

Es ist infolgedessen bis zu dem - nur schwer, wenn überhaupt antretbaren - Beweis des Gegenteils unzulässig, von einer tendenziellen Konzentration der Produktion auf weniger, aber größere Betriebe (eine Annahme, die selbst fragwürdig ist) auf eine tendenzielle Zunahme des Anteils des technischen Personals zu schließen. Dem entspricht auch, daß in der Vergangenheit steigender Einsatz von technischen Angestellten und Ingenieuren ohne wesentliche Veränderungen der Betriebsgrößenstruktur sich vollzog.

Einflüsse der Betriebsgröße können allenfalls in bezug auf bestimmte minderheitliche Gruppen des technischen Personals festgestellt werden, auf die weiter unten noch zurückzukommen ist. Sie wirken jedoch im Rahmen der hier gewählten Abstraktionsebenen nicht.

Auch wenn man die hier zur Diskussion stehende Arbeitshypothese nicht auf die Größe des einzelnen Produktionsbetriebs, sondern auf das Unternehmen bezöge, ergäbe sich wohl auch keine größere Übereinstimmung mit der Realität. Für den weitaus größten Teil der Betriebe unserer Stichprobe sind Unternehmen und Betrieb identisch, sei es, weil das Unternehmen nur aus einem Betrieb besteht, sei es, weil die verschiedenen Produktionsstätten eines Unternehmens als ein Betrieb gemeldet wurden. Nur 5 % aller erfaßten "Betriebe" sind Teile größerer Unternehmen; wegen dieser geringen Zahl ist es nicht sinnvoll, deren Struktur gesondert zu betrachten und mit dem Rest der Betriebe zu vergleichen.

b) Produktionsinnovation (Produktivitätssteigerung)

Im deutschen Maschinenbau insgesamt läßt sich für die Zeit zwischen 1950 und 1968 kein Zusammenhang zwischen Produktivitätszuwachs und Entwicklung des Anteils der Ingenieure an den Gesamtbeschäftigten feststellen. Während zwischen 1950 und 1961 die Ingenieurquote ungefähr unverändert blieb (allerdings mit einem recht hohen Zwi-

schenwert im Jahr 1955), stieg die Produktivität in diesem Zeitraum um etwa 15 %. Zwischen 1961 und 1968 hat sich die Ingenieurquote von 4,4 auf 5,0 erhöht, während die Produktivität (hier jeweils der Nettoproduktionswert je Beschäftigtem) kaum zunahm.

Nun können diese Durchschnittszahlen sehr wohl Entwicklungen in den einzelnen Fachzweigen verdecken, die ihrerseits die Hypothese stützen könnten, daß ein korrelativer, wenn nicht kausaler Zusammenhang zwischen Steigerung der Arbeitsproduktivität und vermehrtem Einsatz von technischem Personal im allgemeinen und Ingenieuren im besonderen bestünde. Ein solcher Zusammenhang ist jedoch weder im Zeitvergleich noch im Querschnittsvergleich feststellbar. Allerdings ist hierbei zu beachten, daß für die einzelnen Fachzweige als Produktivitätsindex nicht mehr - wie für den gesamten Maschinenbau - die Nettoproduktion, sondern nur der Bruttoproduktionswert je Beschäftigtem in jeweiligen Preisen benutzt werden kann, der wesentlich ungenauer ist.

Im ganzen deutschen Maschinenbau hat sich der Bruttoproduktionswert je Beschäftigtem zwischen 1961 und 1968 um 36 % erhöht. Die Entwicklung in den einzelnen Fachzweigen war sehr verschieden, mit einem Minimum von etwa 10 % (Gießereimaschinen) und einem Maximum von 97 % (Büromaschinen).

Die Teile des deutschen Maschinenbaus, die zwischen 1961 und 1968 den stärksten Produktivitätszuwachs zu verzeichnen hatten, liegen 1968 mit ihrer Quote technischen Personals nicht über dem Rest der Branche.

Desgleichen korreliert der Produktivitätsanstieg nicht mit dem Wachstum der Zahl der Ingenieure je 100 Beschäftigten zwischen 1961 und 1968.

Dies sei an den 17 größten von insgesamt 34 erfaßten Fachzweigen demonstriert, in denen 1968 zusammen etwa 70 % aller Beschäftigten des deutschen Maschinenbaus tätig waren.

Tabelle II/3

Zuwachs des Bruttoproduktionswerts je Beschäftigtem
1961 - 1968, technisches Personal 1968 in den größten
Fachzweigen der Maschinenindustrie (je 100 Beschäftigte)

Fachzweig		Techn. Pers. insgesamt	darunter	
			Ing.	sonst. techn.P.
Pumpen und Verdichter	+ 15	18,4	5,9	12,5
Landmaschinen	+ 15	9,1	2,3	6,8
Hebezeuge und Fördermittel	+ 15	16,3	5,8	10,5
Lufttechnik	+ 20	18,6	6,8	11,8
Werkzeugmaschinen	+ 24	16,1	5,2	10,9
Präzisionswerkzeuge	+ 27	10,8	1,9	8,9
Nahrungsmittelmasch.	+ 28	15,8	4,1	11,7
Antriebstechnik ¹⁾	+ 33	10,6	3,3	7,3
Industrieöfen	+ 36	27,4	9,8	17,6
Bau-, Baustoffmasch.	+ 37	13,2	4,1	9,1
Nähmaschinen	+ 45	11,6	1,8	9,8
Armaturen	+ 50	11,4	3,6	7,8
Apparatebau	+ 58	15,2	5,0	10,2
Kraftmaschinen	+ 60	16,7	6,0	10,7
Textilmaschinen	+ 61	11,0	2,9	8,1
Druck-, Papiermasch.	+ 70	14,4	4,2	10,2
Büromaschinen	+ 97	12,4	2,8	9,6

1) Ohne Wälzlager.

Quelle: VDMA, Statistisches Handbuch für den Maschinenbau, Ausgabe 1960 - 1965;

NB! Bei der Berechnung des Bruttoproduktionswerts je Beschäftigtem wurde für 1961 und 1968 die von der Statistik des VDMA ausgewiesene Beschäftigtenzahl des jeweiligen Fachzweigs benutzt. Bei der Berechnung der Anteile der Ingenieure und des technischen Personals 1961 und 1968 wurde hingegen von den Beschäftigtenzahlen der von den beiden Ingenieurserhebungen erfaßten Betriebe ausgegangen.

Das Fehlen jeglichen Zusammenhangs zwischen vergangener Produktivitätssteigerung und heutigem Besatz von technischem Personal ist offenkundig. Einige der Branchen mit den höchsten Anteilen technischen Personals (und dar-

unter insbesondere Ingenieure) hatten zwischen 1961 und 1968 einen weit unter dem Durchschnitt liegenden Anstieg des Bruttoproduktionswerts. Die Spitzenreiter des Produktivitätszuwachses liegen mit Ausnahme der Kraftmaschinen nach gesamtem technischem Personal wie nach Ingenieuren eindeutig unter dem Durchschnitt.

Im mittel aller ausgewählten wichtigen Fachzweige mit einem Anstieg der Produktivität, der über dem Durchschnitt des deutschen Maschinenbaus liegt, waren 1968 nur 3,74 Ingenieure (und 9,43 sonstige technische Angestellte) je 100 Beschäftigten eingesetzt gegenüber 4,31 Ingenieuren (und 9,69 sonstigen technischen Angestellten) je 100 Beschäftigten in den Fachzweigen mit unterdurchschnittlichem Produktivitätszuwachs. Hier hat sich die Ingenieurquote von 1961 auf 1968 sogar etwas erhöht, während sie sich in den Fachzweigen mit überdurchschnittlichem Produktivitätsanstieg kaum verändert hat.

Ähnlich unbefriedigend ist das Ergebnis eines Querschnittsvergleichs. Gliedert man die von der Erhebung erfaßten Betriebe nach ihrem Bruttoproduktionswert je Beschäftigtem, so ist nur eine schwache Tendenz zu höherem Einsatz technischen Personals bei höherer Produktivität zu beobachten - was jedoch auf die Ungesicherheit der Indikatorfunktion des Bruttoproduktionswerts für die Produktivität zurückgeführt werden kann.

In Betrieben mit einem unter dem Branchendurchschnitt liegenden Bruttoproduktionswert je Beschäftigtem sind 14,4 % der Belegschaft, in Betrieben mit einer überdurchschnittlichen "Produktivität" 15,8 % der Belegschaft technisches Personal, davon 4,4 % und 5,3 % Ingenieure.

Tabelle II/4

Technisches Personal in Betrieben verschiedenen Brutto-
produktionswertes je Beschäftigtem - 1968

Bruttoproduk- tionswert je Beschäftigtem (1000 DM)	(je 100 Beschäftigte)			Zahl der	
	Techn. Pers. insgesamt	Inge- niere	Sonst. techn. Angest.	Betriebe	Beschäf- tigten (1000)
bis 24	12,6	3,9	8,7	451	141,2
25 - 29	16,6	4,8	11,8	237	81,8
30 - 34	14,9 ^{14,3}	4,7	10,2	209	76,7
35 - 39	14,2	4,7	9,5	168	75,3
40 - 44	16,3	5,5	10,8	129	47,6
45 - 49	22,7 ^{14,7}	8,8	13,9	84	39,5
50 und mehr	7,6	1,0	6,6	156	54,8
O.A.	17,1	7,5	9,6	202	56,3

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurserhebung 1968.

Auch zwischen Produktivität und Einsatz technischen Personals ist - ebenso wie bei der Betriebsgröße - auf der Basis des Materials aus dem deutschen Maschinenbau kaum eine deutliche Beziehung erkennbar, aus der man etwa den Schluß ziehen dürfte, daß verstärkter Einsatz hochqualifizierter Arbeitskräfte die Produktivität steigern oder durch produktivitätssteigernde Maßnahmen und Entwicklungen verursacht würde. Ganz im Gegenteil verweisen manche der aufgeführten Zahlen eher auf einen - allerdings auf diesem Abstraktionsniveau wenig plausiblen - negativen Zusammenhang; die Ursachen hierfür werden sich weiter unten im folgenden Kapitel sehr viel deutlicher zeigen.

c) Produktinnovation

Das Tempo der Produktinnovation ist, wie schon gesagt, mit dem verfügbaren statistischen Instrumentarium schwer zu indizieren. Immerhin bieten sich auf der Basis der Fachzweige zwei Möglichkeiten an, nämlich

einmal anhand des Umsatzzuwachses 1961/68, zum anderen durch Gegenüberstellung "klassischer" und "neuer" Fachzweige.

Der Umsatzzuwachs indiziert primär die unterschiedliche Aufnahmefähigkeit des Markts für die Produkte der einzelnen Fachzweige. Vieles spricht jedoch dafür, daß diese unterschiedlichen Marktchancen ihrerseits zwar nicht kausal mit Produktinnovation verknüpft, jedoch durch besonders hohes oder niedriges Tempo der Produktinnovation beeinflusst werden.

Tabelle II/5

Umsatzzuwachs 1961/68 und technisches Personal 1968
(ausgewählte wichtige Fachzweige)

Fachzweig		Umsatzzu- wachs je Fachzweig 1961/68 (61=100)	techn. Pers. (je 100 Beschäftigte)	Inge- nieure (je 100 Beschäftigte)	techn. Angest.
Landmaschinen	-	1	9,1	2,3	6,8
Nähmaschinen	+	10	11,6	1,8	9,8
Werkzeugmaschinen	+	24	16,1	5,2	10,9
Hebezeuge, Förder- mittel	+	32	16,3	5,8	10,5
Apparatebau	+	38	15,2	5,0	10,2
Antriebstechnik ¹⁾	+	40	10,6	3,3	7,3
Kraftmaschinen	+	41	16,7	6,0	10,7
Bau-, Baustoffmasch.	+	42	13,2	4,1	9,1
Präzisionswerkzeuge	+	43	10,8	1,9	8,9
Nahrungsmittelmasch.	+	44	15,8	4,1	11,7
Pumpen, Verdichter	+	49	18,4	5,9	12,5
Luft-, Trockentechnik	+	57	18,6	6,8	11,8
Druck-, Papiermasch.	+	77	14,4	4,2	10,2
Textilmaschinen	+	81	11,0	2,9	8,1
Armaturen	+	81	11,4	3,6	7,8
Büromaschinen	+	135	12,4	2,8	9,6
Industrieöfen	+	160	27,4	9,8	17,6

1) Ohne Wälzlager.

Quelle: VDMA, Statistisches Handbuch für den Maschinenbau,
Ausgabe 1960 - 1965;
VDMA/ISF, Ingenieurserhebung 1968.

Zwar besteht hier in Einzelfällen scheinbar ein Zusammenhang. So stehen Landmaschinen mit dem niedrigsten Besatz an technischem Personal auch am untersten Ende der Umsatzentwicklung, während bei den Industrieöfen der höchste Besatz an technischem Personal mit dem höchsten Umsatzzuwachs zusammentrifft. Für die Masse der Fachzweige ist jedoch kaum ein Einfluß der Umsatzentwicklung auf den Einsatz technischen Personals (oder umgekehrt) zu erkennen: In den Betrieben der Fachzweige mit unterdurchschnittlicher Umsatzentwicklung beträgt der Anteil technischen Personals 13,65 %, in den Fachzweigen mit überdurchschnittlicher Umsatzentwicklung hingegen 14,32 %; der Anteil der Ingenieure ist in beiden Gruppen mit 4,16 und 4,20 % praktisch gleich.

Auch dann, wenn man aus dem deutschen Maschinenbau diejenigen Fachzweige herausgreift, in denen man eine besonders hohe Produktinnovation vermuten darf, weil in den Industrien bzw. Wirtschaftsabteilungen, deren Investitionsgüter von diesen Fachzweigen erzeugt werden, besonders hohe Produktivitätsfortschritte erzielt wurden, läßt sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Produktinnovation und Einsatz von Ingenieuren und sonstigem technischem Personal nachweisen.

Tabelle II/6

Technisches Personal in Fachzweigen mit relativ hoher Produktinnovation (je 100 Beschäftigte)

Fachzweig	Beschäftigte insgesamt (1000)	Techn.Pers. insgesamt	darunter Ing.	Sonst. techn.Ang.
a) Fachzweige mit relativ hoher Produktinnovation ¹⁾	66,7	14,4	3,8	10,6
b) Restliche Fachzweige d. Maschinenbaus	506,6	13,1	4,4	8,7

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurserhebung 1968.

- 1) Herstellung von: Industrieöfen, Öl- und Gasfeuerungen, Prüfmaschinen, Gummi- und Kunststoffmaschinen, Nahrungsmittelmaschinen, Büromaschinen, Ölhydraulik und Pneumatik. Der Fachzweig Büromaschinen wurde ausgewählt, weil ihm die Masse der Computerproduzenten zugehört; die hohe Produktinnovationsquote bei den Nahrungsmittelmaschinen betrifft insbesondere die von diesem Fachzweig erzeugten Anlagen zur Konditionierung, Portionierung und Verpackung von Nahrungsmitteln.

Wie sich zeigt, ist in den Fachzweigen mit besonders hoher Produktinnovation der Ingenieuranteil sogar deutlich niedriger als im Rest des deutschen Maschinenbaus, wohingegen etwas mehr sonstiges technisches Personal eingesetzt wird.

Auf die Gründe für diesen Sachverhalt ist weiter unten in Kapitel IV noch einzugehen.

Wiewohl es besonders schwierig ist, das Ausmaß der Produktinnovation in den einzelnen Fachzweigen zu indizieren, dürfte doch aus dem Vorstehenden hervorgehen, daß auch die Arbeitshypothese, nach der eine hohe Innovationsrate bei den Erzeugnissen einer Branche oder eines Betriebs mit besonders hohem Einsatz an technischem Personal insgesamt und an Ingenieuren im besonderen korrelieren müsse, in dieser Allgemeinheit nicht haltbar ist; sie kann deshalb nicht - oder wenigstens nicht ohne wesentliche Modifizierung und Differenzierung - der Prognose eines zukünftigen Bedarfs an Ingenieuren und sonstigem technischem Personal zugrunde gelegt werden.

d) Zusammenfassung

Der Versuch, die gängigen Thesen über den Zusammenhang zwischen technisch-wirtschaftlicher Entwicklung und Einsatz von bzw. Bedarf an technischem Personal anhand des statistischen Materials aus dem deutschen Maschinenbau zu testen, hatte ein alles in allem negatives Ergebnis:

Die Betriebsgröße erwies sich als kein Faktor des Bestands an technischem Personal; eine vielleicht vorhandene Tendenz zur Konzentration der Betriebe und Unternehmen kann als solche nicht benutzt werden, um Prognosen über den Bedarf an hochqualifiziertem Personal zu stützen. Produktionsinnovation, gemessen insbesondere an der Produktivitätsentwicklung der vergangenen Jahre sowie am Bruttoproduktionswert je Beschäftigtem, hat, wenn überhaupt ein erkennbarer Zusammenhang zum technischen Per-

sonal besteht, eher negative Konsequenzen. Die Produktinnovation, die sehr schwierig indizierbar ist, kann keine Erklärung für den vergangenen Anstieg und damit keine Basis für die Prognose der zukünftigen Entwicklung von Bedarf und Bestand an hochqualifizierten Arbeitskräften liefern.

Hierfür sind prinzipiell zwei Gründe denkbar:

- o Entweder ist das statistische Material unzureichend, das heißt, nicht in der Lage, die Elemente der vermutlichen Kausalbeziehungen mit ausreichender Genauigkeit zu indizieren;
- o oder die unterstellten Kausalbeziehungen sind so, wie sie formuliert wurden, nicht realitätsgerecht; sie enthalten Generalisierungen, die nicht legitim sind, und vernachlässigen Faktoren, die nicht einfach in die Randbedingungen abgedrückt werden dürfen.

Träfe die erste Annahme zu, so würde dies die Möglichkeit aufs äußerste reduzieren, in absehbarer Zeit überhaupt irgendwelche Aussagen über die Verursachung des Einsatzes hochqualifizierter Arbeitskräfte (und hier insbesondere des Einsatzes von technischem Personal in wichtigen Industriezweigen) zu machen, denn es ist nicht denkbar, daß in absehbarer Zeit ohne einen extrem hohen Erhebungsaufwand kategorial besseres empirisch-statistisches Material beschafft werden kann. Dann bestünde wohl auch keine Chance mehr, zukünftigen Bedarf anders als durch bloße Extrapolation der vergangenen Bestandsentwicklung zu "prognostizieren".

Deshalb muß versucht werden, die skizzierten Thesen durch ein differenzierteres System von Arbeitshypothesen zu ersetzen, die versprechen, die tatsächlichen Mechanismen und Gesetzmäßigkeiten der Verwendung hochqualifizierter Arbeit besser abzubilden, und dann das Material zu ihrer Prüfung zu benutzen.

3. Die Einsatzfaktoren

Gestützt auf eine Reihe von Arbeiten, die in den vergangenen Jahren im Institut für sozialwissenschaftliche Forschung mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Hochschulinformationssystems GmbH der Stiftung Volkswagenwerk durchgeführt werden konnten, sei den beiden folgenden Kapiteln ein Schema zur Erklärung des Einsatzes von hochqualifiziertem Personal zugrunde gelegt, das gleichzeitig komplexer ist und differenziertere Aussagen ermöglicht, als es die heute üblichen Ansätze erlauben, die sich im vorstehenden als zumindest wenig operabel erwiesen hatten.¹⁾

Dieses Schema führt insbesondere zwei neue Axiome ein:

- o Der Bestand an technischem Personal und insbesondere an hochqualifiziertem technischem Personal wird nicht nur durch einen technisch-organisatorisch und ökonomisch bestimmten Bedarf, sondern auch durch das jeweilige Angebot an Fachkräften verursacht; unter sonst gleichen Bedingungen wird also mehr hochqualifiziertes Personal eingesetzt, wenn Arbeitsmarkt und Bildungssystem in der Vergangenheit ein größeres Angebot lieferten, und weniger, wenn das Angebot geringer war;

1) Vgl. insbesondere: Institut für sozialwissenschaftliche Forschung, Überlegungen zum Problem des Bedarfs an hochqualifizierten Arbeitskräften und seiner Prognose, Zwischenbilanz zu einer Studie im Auftrag des Hochschulinformationssystems GmbH, hektographiertes Manuskript, München, 1970; ferner: dass., Typologie der Arbeitsformen, Arbeitsbericht, hektographiertes Manuskript, München, Okt. 1967; und: Lutz, B., Produktionsprozeß und Berufsqualifikation, Referat auf dem Deutschen Soziologentag in Frankfurt/M., in: Adorno, T.W. (Hrsg.), Spätkapitalismus oder Industriegesellschaft? Verhandlungen des 16. Deutschen Soziologentags, Stuttgart, 1969, S. 227 ff.

Die beiden letztgenannten Berichte sind Zwischenergebnisse aus einem mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführten Projekt, über das ein zusammenfassender Bericht im Jahr 1971 vorgelegt werden soll.

- o eine realistische Ableitung des Bedarfs ist nur möglich, wenn man die Vorstellung eines einheitlichen Produktionsprozesses für einen Betrieb bzw. die in einer Branche aggregierte Gesamtheit aller Betriebe aufgibt; Bedarf an den einzelnen Gruppen technischen Personals wird durch verschiedene Typen von konkreten Produktionsprozessen (oder verschiedene Typen betrieblicher Leistung) induziert und gehorcht insofern jeweils verschiedenen Gesetzmäßigkeiten.

Die Einführung von Angebotsfaktoren in Erklärungsmodelle des Einsatzes hochqualifizierter Arbeitskraft wurde in neuester Zeit von einigen Wissenschaftlern versucht. Zu nennen ist hier insbesondere der bereits erwähnte Absorptionsansatz, der von einer Arbeitsgruppe des Berliner Instituts für Bildungsforschung der Max-Planck-Gesellschaft, mit der das Institut für sozialwissenschaftliche Forschung seit längerer Zeit in regelmäßigem Gedankenaustausch steht, entwickelt wurde.¹⁾

Die Berücksichtigung von Angebotsfaktoren bedeutet, daß es nicht möglich ist, aus den beobachteten Beständen unmittelbar auf die bedarfsverursachenden Faktoren zu schließen, sondern daß vielmehr die vorhandenen Bestände Resultanten des Zusammenwirkens von Nachfrage und Angebot sind, zwischen denen betriebliche Politik durch Personaleinstellung, Weiter-

1) Vgl. Armbruster, W./Bodenhöfer, H.J./Winterhager, W.D., Arbeitswirtschaftliche Probleme einer aktiven Bildungspolitik, in: Mitteilungen des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Erlangen, Nr. 7, März 1969, S. 544 ff. Vgl. dazu auch den der OECD vorzulegenden, gegenwärtig noch in Vorbereitung befindlichen Bericht über die erste Untersuchungsetappe. Freilich ist dieser Ansatz empirisch noch nicht so weit ausgereift, daß aus ihm systematische Korrekturen für Analysen in größeren Aggregaten abgeleitet werden könnten. Zur Frage der Absorption von akademisch ausgebildeten Arbeitskräften vgl. auch: Löderer, B./Riese, H., Ausbildungsgang an Hochschulen und ausgeübter Beruf in der Bundesrepublik Deutschland und im internationalen Vergleich. Hochschule für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, Linz, Institut für quantitative Wirtschaftsforschung, Linz, 1968 (vervielfältigtes Manuskript).

bildung von Arbeitskräften im Betrieb sowie Veränderung der Arbeitsorganisation und Neudefinition von Arbeitsaufgaben vermittelt.

Ein solcher Ansatz ist, wie unmittelbar einsichtig, empirisch-statistisch sehr viel schwerer zu handhaben als ein reiner Bedarfsansatz. Dies gilt insbesondere bei Analysen der hiermit vorgelegten Art, die sich auf Bestandsstatistiken stützen und nicht auf systematische Erhebungen über die Mechanismen und Faktoren zurückgreifen können, welche das Zustandekommen von Beständen verursachen. Diese Schwierigkeit zwingt insbesondere dazu, das Material sehr sorgfältig derart zu organisieren, daß bei der Betrachtung von Angebotsfaktoren möglichst konstanter Bedarf und umgekehrt bei der Analyse von Bedarfsfaktoren möglichst konstantes Angebot unterstellt werden darf.

Der Prozeßansatz geht davon aus, daß der Bedarf eines Betriebs an technischem Personal in bezug auf den betrieblichen Output nicht homogen ist. Vorausgesetzt wird vielmehr, daß die vom technischen Personal erbrachten Leistungen auf verschiedenartige Weise in das Produkt des Betriebs eingehen, wobei vor allem der zeitliche Abstand zwischen der Erbringung einer Leistung und ihrer ökonomischen Verwertung im auf den Markt gelangenden Output variiert. Das technische Personal muß also in dieser Perspektive aufgegliedert werden in Gruppen, die jeweils in einer anderen zeitlich-sachlichen Beziehung zum Ausstoß des Betriebs und damit auch zu der Masse der Beschäftigten stehen, deren Arbeit ja unter den heute im Maschinenbau vorherrschenden technischen Bedingungen noch ganz überwiegend unmittelbar in das Produktionsergebnis eingeht.¹⁾

1) Wesentlich anders liegen die Verhältnisse in hochtechnisierten Branchen, wie Chemische Industrie, Stahlindustrie und Mineralölverarbeitung, wo im Grenzfall nur mehr eine Minderheit der Arbeitskräfte direkte Veränderungen am Produktionswert bewirkt, während die Mehrzahl (selbst der Arbeiter, beispielsweise in Reparatur und Instandhaltung) nur mehr indirekt "produktiv" ist.

Diese verschiedenen Gruppen können und müssen dann auf verschiedene Weise mit dem Produkt, der Produktionsweise und den sonstigen technisch-ökonomischen Bedingungen des Betriebs und ihren Veränderungen verknüpft werden; für jede dieser Gruppen muß, mit anderen Worten, ein spezifischer Verursachungsmechanismus des Bedarfs angenommen werden.

Mit dieser Erweiterung des klassischen Manpower-Ansatzes durch die Einführung des Angebots als Verursachungsfaktor des Einsatzes und durch eine Differenzierung des Bedarfs an hochqualifizierter Arbeit nach der zeitlich-sachlichen Stellung zum Ausstoß des Betriebs läßt sich, wie in den beiden folgenden Kapiteln zu zeigen ist - trotz der eingangs erwähnten Unmöglichkeit, in der verfügbaren Zeit ein dem Material und der Fragestellung adäquates statistisches Auswertungsverfahren bis zur Anwendbarkeit auf einer Großrechenanlage zu entwickeln -, eine wesentlich konkretere und stringendere Erklärung für den gegenwärtigen Bestand an technischem Personal und Ingenieuren im deutschen Maschinenbau liefern, als dies mit irgendeinem anderen der heute bekannten Ansätze möglich gewesen wäre.

III. Der Bedarf

1. Allgemeine Überlegungen

Der Bedarf an technischem Personal läßt sich, so wurde durch den "Prozeß-Ansatz" postuliert, realistisch nur ermitteln, wenn man berücksichtigt, daß die Leistungen, die von diesem Personal zu erbringen sind, verschiedenen Typen von Produktionsprozessen zugehören und deshalb in verschiedener Weise in den Output des Betriebs einfließen. Insbesondere sind hierbei zu unterscheiden:

- o Leistungen innovativer Art, deren Verwertung zeitlich wie sachlich ungewiß ist; hierzu gehören Forschung und Entwicklung, bei denen ja definitionsgemäß das Risiko besteht, daß ihre Ergebnisse später nicht verwertbar sind;
- o Leistungen investiver Art, die erst im Lauf eines längeren Zeitabschnitts in das Produkt eingehen; hierzu gehört insbesondere die Konstruktion neuer Produkte; der hierfür erbrachte Aufwand stellt ein Kapital dar, das erst in dem Maß amortisiert wird, in dem die Produkte dann tatsächlich hergestellt und verkauft werden; dies gilt mutatis mutandis auch dann, wenn im Auftrag des Bestellers konstruiert wird;
- o indirekt produktive Leistungen, das heißt, Leistungen, deren Funktion darin besteht, die produktive Leistung anderer Arbeitskräfte zu sichern oder zu erhöhen; hierzu gehören insbesondere die Leitung von Produktionsabteilungen, ferner Funktionen (wie Arbeitsvorbereitung und Produktionsplanung) mit partiell investivem Charakter, die jedoch in aller Regel schneller wirtschaftlich verwertet werden als beispielsweise konstruktive Leistungen;
- o allgemeine Leistungen, die in einer nicht genau bestimm-
baren Beziehung zum Produktionsergebnis des Betriebs stehen; hierzu gehören beispielsweise die Unternehmensleitung, soweit sie technische Leistungen beinhaltet; die technische Betreuung von potentiellen Kunden; Kundendienst

für bereits produzierte und verkaufte Maschinen und Anlagen u.ä.

Bei statistischen Erhebungen lassen sich diese verschiedenen Leistungen nur nach der Zugehörigkeit des sie erbringenden technischen Personals zu verschiedenen organisatorischen Einheiten unterscheiden. Bei der Ingenieurserhebung 1968 erschien es nach mehreren Probeerhebungen und ausführlichen Diskussionen mit Fachleuten des deutschen Maschinenbaus geraten, sich auf die Untergliederung nach drei organisatorischen Einheiten ("Einsatzbereichen") zu beschränken, damit möglichst viele Betriebe bei der Beantwortung der Erhebung ihr technisches Personal zweifelsfrei zuordnen konnten:

- o Entwicklung und Konstruktion (einschließlich Projektierung, Versuchs- und Prüffeld);
- o Produktion und Hilfsbetriebe (einschließlich Arbeitsvorbereitung, Produktionsplanung, Instandhaltung u.ä.);
- o Unternehmensleitung, allgemeine Verwaltung, Vertrieb (einschließlich Stabsstellen, die nicht zur Produktion bzw. Entwicklung und Konstruktion gehören, u.ä.).

Diese Gliederung erwies sich einmal in der Erhebung als operabel.¹⁾ Sie erwies sich zum anderen in der Auswertung

1) Nur 2 % aller Ingenieure konnten von ihren Betrieben nicht einem dieser drei Einsatzbereiche zugeordnet werden; bei den technischen Angestellten beträgt die Quote der nicht in einen Einsatzbereich eingestuften Personen nur gut 1 %. Bei den früheren Ingenieurserhebungen waren die Einsatzbereiche feiner gegliedert, insbesondere war der erste Einsatzbereich in drei Bereiche (Entwicklung, Konstruktion sowie Versuchs- und Prüffeld) aufgegliedert; dies wurde jedoch damit erkauft, daß wesentlich mehr Ingenieure keinem bestimmten Einsatzbereich zugeordnet werden konnten.

als eine bis auf weiteres durchaus genügende Annäherung an die tatsächliche Differenzierung des technischen Personals nach Funktionen bzw. Prozessen in der überwiegenden Mehrheit der Betriebe im deutschen Maschinenbau.

Die Masse der Ingenieure wie des technischen Personals konzentriert sich auf die beiden ersten Einsatzbereiche: Entwicklung und Konstruktion sowie Produktion. Für sie ist es möglich, recht klare Einsatzgesetzmäßigkeiten aus dem Material abzuleiten, das heißt, Einsatzgesetzmäßigkeiten, die einerseits theoretisch plausibel sind, sich andererseits in signifikanten statistischen Unterschieden abbilden. Dies gilt eingeschränkt auch für den dritten Einsatzbereich (Unternehmensleitung und Vertrieb).

Die nunmehr im einzelnen darzustellenden spezifischen Bedarfsfaktoren der drei Einsatzbereiche gelten allerdings überwiegend nur für das technische Personal in seiner Gesamtheit. Sie sind nicht in der Lage, die innere Struktur dieses Personals, vor allem den Anteil an Ingenieuren insgesamt wie an Ingenieuren verschiedenen Ausbildungsniveaus, zwingend zu erklären. Der qualitative Bedarf wird durch andere Faktoren bestimmt, von denen manche unmittelbar evident und andere mit Tatsachen verknüpft sind, die jenseits der technisch-ökonomischen Bedingungen eines einzelnen Betriebs, ja vielleicht sogar einer einzelnen Branche liegen.

Im folgenden sind also eingehender zu betrachten einerseits die Faktoren des Bedarfs an technischem Personal insgesamt in den drei Einsatzbereichen, andererseits die Faktoren des qualitativen Bedarfs in allen Einsatzbereichen zusammen.

2. Der Bedarf an technischem Personal in der Produktion

Der Bedarf an technischem Personal in den Produktionsabteilungen eines Betriebs, in den zugehörigen Stäben und Dienststellen, wie Arbeitsvorbereitung und Produktionsplanung, sowie in den wichtigsten Hilfsdiensten, wie Werkzeugmacherei und -instandhaltung, kann primär von drei Faktoren abhängen:

- o der Zahl der Beschäftigten in diesen Abteilungen, die es zu beaufsichtigen, zu führen und einzusetzen gilt;
- o der Kompliziertheit der in der Produktion zu lösenden technischen Probleme;
- o dem Grad der "Modernität" der Fertigung, die insbesondere ihren Ausdruck findet in Fertigungsrationalisierungen, in Arbeitsteilung zwischen technischen Stäben auf der einen Seite und ausführendem Personal auf der anderen Seite und generell in organisatorischer Differenziertheit der betreffenden Abteilungen und Dienststellen.

Diese drei Faktoren seien nunmehr nacheinander im Hinblick auf ihre Wirkungen für die Bestände an technischem Personal betrachtet.

Da es aus den in der Einleitung genannten Gründen unmöglich war, in der verfügbaren Zeit ein dem besonderen statistischen Charakter des Materials entsprechendes mathematisch-statistisches Verfahren zur Prüfung der Signifikanz komplexer Relationen in ein arbeitsfähiges Computerprogramm umzusetzen, können die folgenden Darstellungen keine zwingende Beweiskraft im statistischen Sinn beanspruchen. Um dem Rechnung zu tragen, wurde ein deduktives Verfahren der Argumentation gewählt, bei dem jeweils eine These formuliert und dann mit dem verfügbaren statistischen Material unterbaut bzw. demonstriert wird.

These 1:

Der Bedarf an technischem Personal in der Produktion hängt in erster Linie ab von der Zahl der in ihr beschäftigten Arbeitskräfte.

Im deutschen Maschinenbau wird die Zahl der in der Produktion (und den sonstigen, oben genannten, in diesem Bereich zusammengefaßten Abteilungen und Dienststellen) beschäftigten Personen einigermaßen exakt durch die Zahl der Arbeiter des ganzen Betriebs abgebildet.

Im Durchschnitt des Maschinenbaus sind im Einsatzbereich Produktion je 100 Arbeiter beschäftigt:

Hochschulingenieure	0,09
Fachschulingenieure	0,81
Sonstige Ingenieure	0,19
Techniker mit Examen	0,84
Sonstige techn. Angestellte	5,73

Zu den "sonstigen technischen Angestellten" gehören insbesondere die Meister.

Variationen um diesen Durchschnittswert, die sich aus dem Einfluß der beiden anderen Bedarfsfaktoren erklären lassen, sind nicht sehr groß. Ohne Kontrolluntersuchung in anderen Industriezweigen kann nicht gesagt werden, ob dies daher rührt, daß es für industrielle Fertigungen generell eine Art "Mindestbesatz" mit technischem Personal gibt, der nur in Ausnahmefällen wesentlich überschritten wird, oder daher, daß im deutschen Maschinenbau die Kompliziertheit der in der Produktion zu lösenden technischen Probleme und der Grad von Fertigungsrationalisierung und organisatorischer Differenzierung nicht sehr stark variieren.

These 2:

Der Einfluß unterschiedlicher technischer Schwierigkeiten in der Fertigung auf den Bedarf an technischem Personal ist im deutschen Maschinenbau relativ gering.

Geht man davon aus, daß sich die typischen Fachzweige des deutschen Maschinenbaus unter anderem auch durch die Art der bei der Erzeugung ihrer Produkte auftretenden technischen Probleme und die Schwierigkeit ihrer Lösung unterscheiden, so müßten zwischen den einzelnen Fachzweigen deutliche Unterschiede im Bedarf an und damit im Bestand von technischem Personal bestehen.

Dies ist in der Tat der Fall. Der Besatz der Betriebe mit technischem Personal in der Produktion je 100 Arbeiter variiert über alle Fachzweige des deutschen Maschinenbaus hinweg in einem Spielraum von etwa 60 % und 150 % des Durchschnitts aller Betriebe. Allerdings entfallen sowohl die extrem hohen wie die extrem niederen Werte auf sehr kleine Fachzweige, d.h. auf Fachzweige, die jeweils nur mit einigen hundert oder tausend Beschäftigten und entsprechend geringen Zahlen an technischem Personal in unserer Stichprobe vertreten sind, so daß die für sie ermittelten Quoten nur bedingt aussagefähig sind.

Beschränkt man sich auf die 17 wichtigsten und insbesondere größten Fachzweige, so beträgt die Varianz des durchschnittlichen Bestands an technischem Personal in der Produktion je 100 Arbeiter nur 13,77 %, während sich für den Anteil des gesamten technischen Personals an allen Beschäftigten eine Varianz von 28,76 % errechnet.

Die relative Zahl der Ingenieure variiert von Fachzweig zu Fachzweig sehr viel stärker (Varianz = 29,69%); doch wird dies in aller Regel durch komplementäre Variationen des sonstigen technischen Personals ausgeglichen. Wir werden in Kapitel IV noch auf diesen wichtigen Sachverhalt zurückkommen.

Vernachlässigt man die sehr kleinen Fachzweige, so verbleibt eine Spannbreite des Bestands an technischem Personal in der Produktion je 100 Arbeiter, der für die Masse der Betriebe zwischen etwa 6,5 % und gut 11 % liegt, wobei auch hier die Extreme noch durch andere betriebliche Merkmale, wie Größe und Fertigungsverfahren, verursacht sein können, auf die weiter unten einzugehen ist.

Recht deutlich wird das Bild, wenn man versucht, einzelne charakteristische Fachzweige mit unterschiedlichen Fertigungsschwierigkeiten zu vergleichen.

Tabelle III/1

Technisches Personal in der Produktion in charakteristischen Fachzweigen verschiedener Fertigungsschwierigkeit (je 100 Arbeiter)

Fachzweig	Techn. Pers. insgesamt	davon Ingen. Techn.Ang.	
a) Fachzweige mit tradi- tioneller und/oder relativ einfacher Fertigung			
Präzisionswerkzeuge	6,95	0,62	6,33
Lufttechnik	6,53	1,10	5,43
Landmaschinen	6,11	0,81	5,30
Hebezeuge, Fördermittel	7,09	0,92	6,17
Armaturen	6,33	0,92	5,41
Apparatebau	7,14	1,41	5,73
b) Fachzweige mit neuen und/oder komplizierten Fertigungen			
Kraftmaschinen	8,93	1,93	7,00
Büromaschinen	8,81	1,08	7,73
Ölhydraulik, Pneumatik	10,27	1,00	9,27
Hütten-, Walzwerksein- richtungen	11,19	1,44	9,75
Autogengerätemaschinen	11,88	1,78	10,10

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurserhebung 1968.

Relativ geringe technische Fertigungsschwierigkeiten dürfen in den Fachzweigen angenommen werden, deren Erzeugnisse überwiegend nur mechanischen Bauprinzipien gehorchen, während relativ hohe technische Fertigungsschwierigkeiten dort angenommen werden dürfen, wo in großem Umfang Probleme aus nichtmechanischen Technologien, wie Elektronik, Hydraulik oder Thermodynamik, beim Bau der Erzeugnisse zu bewältigen sind.

Zu beachten ist, daß hierdurch nicht so sehr objektive Schwierigkeitsgrade indiziert werden, als vielmehr die bei der Masse der Facharbeiter der einzelnen Fachzweige vorauszusetzende, mehr oder minder große Fähigkeit, im Rahmen ihrer praktischen Qualifikation die üblicherweise auftretenden Fertigungsprobleme aus eigener Kraft zu lösen.

Im übrigen ist noch zu beachten, daß vermutlich in einigen Fachzweigen die Arbeitsteilung zwischen Konstruktion und Entwicklung einerseits, Produktionsabteilungen andererseits weniger scharf ausgeprägt ist als in der Mehrzahl der Fachzweige.

So haben einige der Fachzweige mit dem höchsten Besatz an technischem Personal in der Produktion besonders schwach entwickelte Konstruktions- und Entwicklungsabteilungen; es ist durchaus möglich, daß sich diese Branchen noch in einem hybriden Entwicklungszustand befinden, in dem die anderswo bereits vorhandene Trennung zwischen Konstruktionsbüros und technischer Leitung der Fertigung noch nicht vollständig vollzogen ist und das technische Personal in der Produktion auch konstruktive Aufgaben zu lösen hat.

These 3:

Der Einfluß unterschiedlicher Fertigungsrationalisierung und organisatorischer Differenzierung ist wirksam, aber nicht dominant.

"Modernität" der Fertigung im Sinn höherer Rationalisierung, stärkerer Mechanisierung und organisatorischer Verselbständigung von Funktionen in Arbeitsvorbereitung und Produktionsplanung kann auf den Bedarf an technischem Personal in der Produktion durchaus widersprüchliche Wirkungen haben:

- o Einmal kann hierdurch, indem auch die technischen Aufgaben in der Produktion standardisiert werden, der Bedarf an technischem Personal sinken;
- o weiterhin kann hierdurch die Relation zwischen ausführendem Personal (dessen Bedarf in erster Linie durch Modernisierung vermindert wird) und technischem Personal zugunsten letzterem verändert werden;
- o endlich ist es möglich, daß der Aufbau von technischen Stäben für die Produktion zusätzlichen Bedarf an technischem Personal erzeugt.

Diese verschiedenen Einflüsse neutralisieren sich in unserem Material teilweise.

So gibt es zum Beispiel keine erkennbaren Zusammenhänge zwischen Produktivität (gemessen am Bruttoproduktionswert je Beschäftigtem) der Betriebe eines Fachzweigs einerseits und ihrem Besatz mit technischem Personal in der Produktion andererseits.

Immerhin bestehen unverkennbare Zusammenhänge zwischen dem Fertigungsverfahren (Seriengröße) sowie zwischen der Betriebsgröße einerseits und dem Bestand an technischem Personal in der Produktion andererseits.

Der erste Zusammenhang läßt sich unmittelbar im Sinne einer bedarfsvermindernden Wirkung wachsender Modernität der Fertigung interpretieren.

Tabelle III/2

Technisches Personal in der Produktion nach Seriengröße
(je 100 Arbeiter)

Fertigungsverfahren	Techn. Pers. insgesamt	davon	
		Ingen.	Sonst.techn. Angestellte
Einzelfertigung	8,00	1,17	6,83
Einzelfertigung/ Kleinserie	7,91	1,19	6,72
Einzelfertigung/ Kleinserie/Großserie	8,81	1,15	7,66
Einzelfertigung/ Großserie	7,74	1,39	6,35
Kleinserie	7,50	0,79	6,71
Kleinserie/Großserie	6,55	0,99	5,56
Großserie	6,14	0,77	5,37

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurserhebung 1968.

Vor allem die Produktion in Großserien hat eine beträchtliche Reduzierung des Bedarfs an technischem Personal zur Folge, und zwar sowohl an Ingenieuren wie an sonstigem technischem Personal.

Der von Großserienfertigung im allgemeinen induzierte zusätzliche Bedarf an technischem Personal in Dienststellen wie Arbeitsvorbereitung und Produktionsplanung ist geringer als die Einsparung an Aufsichtspersonal (insbesondere Meister), die dank der Fertigungsrationalisierung möglich ist.

Schlägt sich im Zusammenhang zwischen wachsender Fertigungsgröße und sinkendem Personal in der Produktion vor allem der Rationalisierungseffekt nieder, so zeigt sich umgekehrt, daß die in größeren Betrieben bestehende komplexere Fertigungsorganisation ihrerseits einen erhöhten Bedarf an technischem Personal erzeugen kann - um so mehr, als ja tendenziell mit wachsender Betriebsgröße auch der Anteil von Fertigung in Klein- und Großserie zunimmt.

Tabelle III/3

Technisches Personal in der Produktion nach Betriebsgröße
(je 100 Arbeiter)

Beschäftigte	Techn. Pers. insgesamt	davon	
		Ingen.	Sonst. techn. Ang.
1 - 99	6,74	0,82	5,92
100 - 299	6,96	0,76	6,20
300 - 499	7,55	1,00	6,55
500 - 999	8,11	1,14	6,97
1000 und mehr	7,88	1,25	6,63

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurerhebung 1968.

In den kleinsten Betrieben, in denen einerseits vielfach Produktionsabläufe vorherrschen, bei denen der Facharbeiter noch eine gewisse Selbständigkeit besitzt, und die andererseits noch nicht so groß sind, daß sie zum Beispiel eine eigene Arbeitsvorbereitung aufbauen könnten, ist der Anteil des technischen Personals in der Fertigung, und insbesondere der Anteil an Ingenieuren, deutlich geringer als in den größeren Betrieben.

Erst in den größten Betrieben setzt dann ein bedarfsmindernder Rationalisierungseffekt ein, vor allem, wenn ausschließlich in Serien gefertigt wird.

Recht bedeutsam ist, daß - unabhängig von der Anzahl des insgesamt eingesetzten technischen Personals - dessen Qualifikation mit wachsender Betriebsgröße zunimmt: Betriebe mit über 1000 Beschäftigten setzen nicht nur etwa 50 % mehr Ingenieure ein als die Klein- und Mittelbetriebe; auch innerhalb der Ingenieure verschiebt sich das Gewicht zugunsten der Diplom-Ingenieure ebenso wie unter den sonstigen technischen Angestellten die Techniker mit Examen stärker vertreten sind.

3. Der Bedarf an technischem Personal in Konstruktion und Entwicklung

Im Gegensatz zum technischen Personal in der Produktion erfüllen die Ingenieure und sonstigen technischen Angestellten in den Konstruktions- und Entwicklungsbüros (einschließlich Versuchsabteilung, Prüffeld, Laboratorien u.ä.) Funktionen, die nur indirekt mit dem Ausstoß des Betriebs verbunden sind.

Prinzipiell läßt sich der Bedarf an technischen Leistungen in Entwicklung und Konstruktion in einem gegebenen Zeitraum (und damit die Zahl der Arbeitskräfte, die zur Erfüllung dieser Leistungen benötigt werden) auf zwei Faktoren zurückführen:

- o den notwendigen innovatorischen konstruktiven Aufwand je Erzeugnistyp,
- o die Zahl der Einzelstücke, die vom gleichen Erzeugnistyp gefertigt werden.

Der Bedarf an technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion ist um so höher, je mehr innovatorischer und konstruktiver Aufwand für jedes neue Produkt erforderlich ist, das der betreffende Betrieb auf dem Markt anbieten will.

Er ist unter sonst gleichen Voraussetzungen um so geringer, je mehr Einzelstücke von einem neuen Typ gefertigt werden oder, anders ausgedrückt, je weniger neuartige Produkte der betreffende Betrieb in einem gegebenen Zeitraum auf den Markt bringen will oder bringt.

Gegenüber diesen beiden Faktoren spielen sonstige Einflußgrößen kaum eine Rolle, sofern sie sich überhaupt in ihrer Wirkung überprüfen lassen.

Technologie und Organisation der Entwicklungs- und Konstruktionsbüros sind noch nicht soweit fortgeschritten, daß hier gegenwärtig in einer nennenswerten Zahl von Betrieben durch

eine Steigerung der spezifischen Arbeitsproduktivität das Verhältnis zwischen benötigter Leistung und Zahl der eingesetzten Arbeitskräfte wesentlich modifiziert werden könnte.

Verbesserte Arbeitsteilung und Spezialisierung bei Konstruktion und Entwicklung - zum Beispiel durch Inanspruchnahme spezialisierter fremder Ingenieurbüros oder durch Konzentration von Entwicklungsarbeiten für mehrere Einzelbetriebe im Rahmen eines Unternehmens - spielen zwar sicherlich eine erhebliche Rolle. Von den rund 1 640 erfaßten Betrieben nehmen zwar nur 6,5 % Konstruktions- und Entwicklungsleistung und 5,7 % derartige Leistungen von Schwesterfirmen des gleichen Konzerns in Anspruch, doch handelt es sich hierbei vielfach um große Betriebe, die statistisch stärker ins Gewicht fallen, als es ihrer Zahl entspräche.

Prinzipiell würde das verfügbare Material die Möglichkeit bieten, den Einfluß von Arbeitsteilung und Kooperation auf den Bedarf an technischem Personal in Konstruktion und Entwicklung zu prüfen; hierzu wäre es jedoch notwendig, das in der Einleitung erwähnte und im Anhang dargestellte mathematisch-statistische Modell heranzuziehen, was, wie in der Einleitung gezeigt, in der verfügbaren Zeit nicht möglich war.

Die Operationalisierung dieser beiden Faktoren wirft verschiedenartige Schwierigkeiten auf:

- o Die Seriengröße wurde in der Erhebung direkt abgefragt; ihr Effekt läßt sich also sehr klar messen.
- o Der konstruktive Aufwand je Produkttyp ist mit dem Material der Ingenieurserhebung (und wohl mit allen Informationen, die nicht aufgrund sehr detaillierter monographischer Analysen in einzelnen Betrieben gewonnen wurden) direkt nicht meßbar und läßt sich allenfalls grob über spezifische Merkmale bestimmter Fachzweige, so zum Beispiel die technologischen Charakteristika ihrer Produkte und ihre Expansion im Laufe der letzten 10 bis 15 Jahre, indizieren.

Dies ist vor allem deshalb bedauerlich, weil es so nur sehr schwer möglich ist, die gegenläufigen Einflüsse beider Faktoren und ihr relatives Gewicht für den Bedarf an technischem Personal abzuschätzen.

These 4:

Mit wachsender Seriengröße nimmt die Zahl des technischen Personals in Entwicklung und Konstruktion je 100 Beschäftigten stark ab.

Die Tatsache, daß mit wachsender Seriengröße der Konstruktions- und Entwicklungsaufwand je Produktionstyp über einen längeren Zeitraum verteilt wird und damit, bezogen auf das gesamte, ja überwiegend output-abhängige Personal, weniger Personal in Entwicklung und Konstruktion benötigt wird, ergibt den dominierenden Zusammenhang in unserem statistischen Material.

Tabelle III/5

Technisches Personal in Entwicklung und Konstruktion nach Seriengröße (je 100 Beschäftigte)

Fertigungsverfahren	Techn.Pers. insgesamt	davon	
		Ingen.	Sonst.techn.Ang.
Einzelfertigung	14,66	6,42	8,24
Einzelfertigung/ Kleinserie	8,88	3,61	5,27
Einzelfertigung/ Kleinserie/Großserie	7,11	2,70	4,41
Einzelfertigung/ Großserie	7,83	3,43	4,40
Kleinserie	4,57	1,48	3,09
Kleinserie/Großserie	3,65	1,39	2,26
Großserie	3,17	1,11	2,06

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurerhebung 1968.

Entscheidend ist, wie sich deutlich zeigt, die Existenz von Einzel- bzw. Anlagenfertigung, die jeweils - selbst wenn sie mit Großserien kombiniert auftritt - eine annähernde Verdoppelung des in Entwicklung und Konstruktion beschäftigten Personals gegenüber den Betrieben verursacht, die nur in (kleineren und größeren) Serien produzieren:

Die Betriebe, die nur Einzelmaschinen bzw. -anlagen produzieren (sie stellen rund 9 % der gesamten von der Erhebung

erfaßten Arbeiter und Angestellten im deutschen Maschinenbau) setzen dreimal soviel Ingenieure und technische Angestellte in Entwicklung und Konstruktion ein wie die Betriebe mit reiner Kleinserie (rund 7 % aller Beschäftigten) und fast fünfmal soviel wie die Betriebe, die nur in Großserie produzieren (rund 5 % aller Beschäftigten des deutschen Maschinenbaus).

Betriebe mit Mischverfahren ordnen sich zwischen diese drei Werte ein: Wo immer Einzel- bzw. Anlagenfertigung besteht, ist der Anteil des technischen Personals in Entwicklung und Konstruktion an den Beschäftigten wesentlich höher als sonst; auch die Kombination von Klein- und Großserien führt noch zu einer etwas größeren Ausstattung der Entwicklungs- und Konstruktionsbüros mit technischem Personal, als sie in reiner Großserie anzutreffen ist.

Dieser - höchst plausible, aber in seiner Stärke doch sehr überraschende - Zusammenhang läßt sich auch nicht dadurch erklären, daß Betriebe mit Einzel- und Anlagenfertigung kleiner seien als solche mit Klein- und vor allem Großserienproduktion, und daß normalerweise eben jeder Betrieb des Maschinenbaus eine Mindestausstattung an technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion erfordere, die dann bei den kleineren Betrieben stärker ins Gewicht falle als bei großen.

Zwar ist in der Tat die durchschnittliche Betriebsgröße der Betriebe, die nur Einzelfertigung oder nur Kleinserie oder nur eine Kombination von Einzel- und Kleinserie haben, wesentlich geringer als die aller anderen Betriebe, doch findet sich die höchste durchschnittliche Betriebsgröße (wie an sich auch zu erwarten) bei Betrieben, die alle Fertigungsverfahren kombinieren, wo dann aber eben doch sehr viel mehr technisches Personal in Entwicklung und Konstruktion beschäftigt ist als in den gleichfalls durchschnittlich recht großen Betrieben, die in Klein- und Großserien oder in reinen Großserien produzieren.

Auch ist, betrachtet man die Ausstattung der Betriebe mit technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion nach Betriebsgrößenklassen, kein Zusammenhang zu erkennen.

Die Abhängigkeit des Bestands an technischem Personal von der Seriengröße der Fertigung und insbesondere davon, ob Einzelmaschinen und -anlagen produziert werden oder nicht, ist von hoher Bedeutung für eine Beurteilung der zukünftigen Entwicklungstendenz des Ingenieurbedarfs - um so mehr, als ja in den Entwicklungs- und Konstruktionsbüros über 50 % des gesamten technischen Personals und 64 % aller Ingenieure beschäftigt sind.

Zweifellos gehört der Übergang von Einzelfertigung bzw. Fertigung kleiner Serien zu großen Serien zu den Grundtendenzen des technisch-organisatorischen Fortschritts in der industriellen Fertigung; die meisten der klassischen Rationalisierungsmaßnahmen sind ebenso wie der Einsatz vieler moderner Techniken in der Fertigung an größere Fertigungsserien gebunden.¹⁾

In dieser Perspektive drängt also eine der Grundtendenzen des technischen Fortschritts keineswegs, wie vielfach in der heutigen Diskussion unterstellt wird, auf eine Erhöhung des Bedarfs an Ingenieuren und sonstigen technischen Fachkräften, sondern reduziert diesen Bedarf vielmehr, soweit sie nicht durch andere Tendenzen kompensiert wird. Würde heute der gesamte deutsche Maschinenbau die Fertigung von Einzelmaschinen und -anlagen einstellen und nur mehr in kleinen oder großen Serien produzieren, so hätte dies eine Verminderung des Bedarfs an technischem Personal um insgesamt etwa ein Drittel und des Bedarfs an Ingenieuren um einen noch höheren Wert zur Folge.

1) Wesentliche Änderungen können hier allerdings durch ein weiteres Vordringen von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen bewirkt werden. NC-Maschinen sind prinzipiell für Verwendung in Einzelfertigung geeignet und können gerade hier große Produktivitätssteigerungen ermöglichen. Eine Verbreitung der NC-Technik kann dann auch Rückwirkungen auf den quantitativen und qualitativen Bedarf an technischem Personal in Konstruktion wie Fertigung haben, die heute noch nicht abzusehen sind. Vgl. hierzu das unter Leitung von F. Weltz durchgeführte RKW-Projekt A 47, "Der Einsatz numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen in der BRD", Abschlußbericht in Vorbereitung (München 1970).

These 5:

Unterschiede im notwendigen Konstruktionsaufwand je Typ der spezifischen Produkte der einzelnen Fachzweige des Maschinenbaus sind zwar vorhanden, bestimmen jedoch den Bedarf an technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion wesentlich weniger als die Zahl der je Typ gefertigten Einheiten (Serie).

Zwischen den einzelnen Fachzweigen bestehen große Unterschiede in der Ausstattung der Entwicklungs- und Konstruktionsbüros mit technischem Personal.

Weit an der Spitze steht hier der Fachzweig Industrieöfen, in dem jeder fünfte Beschäftigte Ingenieur oder technischer Angestellter in Entwicklungs- und Konstruktionsbüros ist. Es folgen die Fachzweige Luft- und Trockentechnik (jeder achte) und Hebezeuge (jeder zehnte). In einer größeren Zahl von Fachzweigen liegt der Anteil des technischen Personals in Entwicklung und Konstruktion zwischen 8 und 9 % aller Beschäftigten; hierunter fallen neben Pumpen- und Apparatebau die Herstellung von Nahrungsmittelmaschinen und Druck- und Papiermaschinen sowie vor allem der zahlenmäßig größte Fachzweig des Werkzeugmaschinenbaus.

Die restlichen Fachzweige beschäftigen sehr viel weniger technisches Personal in Entwicklung und Konstruktion; in der Spanne von 3 bis 4,5 % liegen beispielsweise Büromaschinen, Textilmaschinen, Präzisionswerkzeuge, Antriebstechnik und Landmaschinen.

Diese hohen Unterschiede zwischen den einzelnen Fachzweigen werden jedoch nur zum kleineren Teil durch den spezifischen Konstruktionsaufwand der Produkte der einzelnen Fachzweige und ganz überwiegend dadurch verursacht, daß in manchen Fachzweigen Großserienfertigung, in anderen hingegen Einzel- und Anlagenfertigung dominieren.

Tabelle III/6

Technisches Personal in Entwicklung und Konstruktion nach
 Einzel- und Serienfertigung (ausgewählte wichtige Fachzweige)

Fachzweig	Zahl der Betriebe		Personal in E und K (je 100 Besch.)
	mit Einzel- Anlagenferti- gung ¹⁾ (in % aller Betriebe des Fach- zweigs)	u. ohne Einzel- u. Anlagenferti- gung ²⁾	
Industrieöfen	100	—	20,52
Luft- und Trockentechnik	100	—	12,56
Apparatebau	92	8	8,64
Hebezeuge und Fördermittel	90	10	10,16
Nahrungsmittelmasch.	85	15	8,40
Druck- und Papiermasch.	84	16	8,55
Bau-, Baustoffmasch.	78	22	6,07
Holzbearbeitungsmasch.	77	23	3,75
Werkzeugmaschinen	72	28	8,40
Pumpen und Verdichter	70	30	8,78
Textilmaschinen	70	30	4,55
Präzisionswerkzeuge	67	33	4,46
Antriebstechnik	63	37	3,90
Kraftmaschinen	53	47	8,42
Nähmaschinen	50	50	3,80
Armaturen	45	55	5,04
Büromaschinen	41	59	4,31
Landmaschinen	38	62	3,18

1) Betriebe mit Einzel- und Anlagenfertigung, in der Mehrzahl der Fälle in Kombination mit Kleinserie, Großserie oder Kleinserie und Großserie.

2) Betriebe, die nur in Kleinserie, Großserie oder in der Kombination von Klein- und Großserie produzieren.

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurerhebung 1968.

Der Spielraum des Besatzes mit technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion bei ähnlicher Struktur der Fertigungsverfahren beträgt etwa 1 : 2:

In fünf (auch zahlenmäßig sehr wichtigen) Fachzweigen produzieren knapp 30 bis knapp 40 % der Betriebe nicht ausschließlich oder auch Einzelmaschinen und einzelne Anlagen. In dreien dieser Fachzweige (Antriebstechnik, Präzisionswerkzeuge und Textilmaschinen) stellen technische Angestellte und Ingenieure in Entwicklung und Konstruktion rund 4,5 % des Personals. In den beiden anderen (Werkzeugmaschinen sowie Pumpen und Verdichtungen) liegt dieser Wert bei 8,4 bzw. 8,8 %, also bei knapp dem Doppelten.

In den beiden - allerdings recht kleinen - Fachzweigen, in denen kein Betrieb nur in Serie produziert, ist der Spielraum des Anteils an technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion an den Gesamtbeschäftigten ähnlich groß.

Eine eindeutige Ausnahmesituation liegt nur in zwei Fachzweigen vor, nämlich beim Bau von Kraftmaschinen, wo zwar sehr viel Serienfertigung besteht, aber offensichtlich der konstruktive Aufwand je Typ ganz besonders hoch ist; und bei Holzbearbeitungsmaschinen, wo das Umgekehrte der Fall sein dürfte.

Auch wenn man einzelne große Fachzweige herausgreift und in ihnen jeweils die Betriebe nach den verschiedenen Fertigungsverfahren ordnet, ergibt sich eine ähnliche Variationsbreite von etwa 1 : 2. Allerdings muß man sich hier, damit die Durchschnitte überhaupt noch aussagekräftig bleiben, auf wenige große Fachzweige mit stark diversifizierten Fertigungsverfahren und auf die Kombinationen von Fertigungsverfahren beschränken, die am häufigsten besetzt sind.

Tabelle III/7

Technisches Personal in Entwicklung und Konstruktion nach wichtigen Fertigungsverfahren in einzelnen großen Fachzweigen (Technisches Personal in Entwicklung und Konstruktion je 100 Beschäftigte)

Fachzweig	Kombinationen von Fertigungsverfahren Einzel- und Kleinserie Einzel- und Kleinserie Einzel- und Kleinserie		
Landmaschinen	5,11	3,96	2,37
Armaturen	5,83	5,12	1,82
Antriebstechnik	6,59	5,48	3,26
Werkzeugmaschinen	8,96	3,51	3,70
Pumpen und Verdichter	9,46	3,12	2,57
Maschinenbau insgesamt	8,88	4,57	3,65

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurserhebung 1968.

Innerhalb der einzelnen Fachzweige beeinflussen Unterschiede in der Seriengröße den Bestand (und Bedarf) an technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion meist noch stärker als im gesamten Maschinenbau - allerdings auf einem von Fachzweig zu Fachzweig verschiedenen Niveau der "Konstruktionsintensität".

Dieses Niveau wiederum variiert jeweils etwa im gleichen Verhältnis wie die in Tabelle 6 betrachteten Gesamtdurchschnitte von Fachzweigen mit gleichem Anteil von Betrieben, die nur in Serie produzieren.

4. Der Bedarf an technischem Personal in Unternehmensleitung und Vertrieb

In diesem in mancher Hinsicht residualen Einsatzbereich sind nur knapp 12 % des gesamten technischen Personals (allerdings gut 18 % aller Ingenieure) mit sehr verschiedenartigen Funktionen beschäftigt, unter denen vor allem Management des gesamten Betriebs, Beratung potentieller Kunden, Verkauf und Kundendienst wichtig sind.

Bei der Erfüllung dieser Aufgaben stellt das technische Personal im Regelfall nur eine kleine Minderheit dar.

Im ganzen deutschen Maschinenbau sind von 100 Beschäftigten 18,6 % kaufmännische Angestellte, die ganz überwiegend in Unternehmensleitung, Verwaltung und Vertrieb beschäftigt sind, gegen nur 1,7 % Ingenieure und sonstige technische Angestellte in diesem Bereich.

Wegen der Vielfalt der Aufgaben, die von diesen technischen Angestellten und Ingenieuren erfüllt werden, und wegen der sicherlich je nach Zufälligkeiten und Traditionen sehr variablen Arbeitsteilung zwischen kaufmännischen Angestellten und technischen Angestellten innerhalb von Abteilungen, in denen die technischen Angestellten nur eine Minderheit des Personals darstellen, ist es schwierig, Einflußgrößen des Bedarfs einigermaßen zuverlässig und plausibel abzuleiten.

Immerhin spricht manches dafür, daß:

- o in der Masse der Fachzweige des deutschen Maschinenbaus das Verhältnis zwischen technischem und kaufmännischem Personal in Unternehmensleitung, Verwaltung und Vertrieb ziemlich konstant ist;
- o nur in einzelnen Fachzweigen aufgrund spezifischer Marktbedingungen die Arbeitsteilung zwischen kaufmännischem und technischem Personal - vor allem wohl im Vertrieb - vom Normalbild abweicht.

These 6:

Der Bedarf an technischem Personal in Unternehmensleitung, Verwaltung und Vertrieb hängt vor allem ab von der Zahl der Beschäftigten insgesamt und von der Zahl der kaufmännischen Angestellten des Betriebs.

Die Relation zwischen kaufmännischem und technischem Personal wird nicht eindeutig von der Betriebsgröße, dem Fertigungsverfahren oder anderen Merkmalen beeinflusst.

Zu vermerken ist freilich, daß der Anteil des kaufmännischen Personals an den Gesamtbeschäftigten in charakteristischer Weise mit der Betriebsgröße variiert:

Tabelle III/8

Betriebsgröße und kaufmännisches sowie technisches Personal in Unternehmensleitung und Vertrieb

Beschäftigte	Kaufmännische Angestellte (je 100 Besch.)	Technisches Personal Unternehmensleitung und Vertrieb (je 100 Besch.)	(je 100 kaufm. Angest.)
bis 19	11,1	3,1	27,8
20 bis 49	15,7	1,9	12,4
50 bis 99	16,6	1,8	11,1
100 bis 299	18,7	1,5	8,0
300 bis 499	19,7	2,0	10,2
500 bis 999	16,7	1,6	9,8
1000 und mehr	14,9	1,7	11,5

Quelle: VDMA/ISF, Ingenieurerhebung 1968.

Mit wachsender Betriebsgröße erhöht sich bis zu etwa 300 Beschäftigten die relative Zahl der kaufmännischen Angestellten auf Kosten des technischen Personals in Unternehmensleitung und Vertrieb. Aufgaben wie etwa Betriebsabrechnung oder auch der Kontakt mit Kunden, die in den kleinsten Betrieben noch von technischem Personal (vielfach neben anderen Funktionen) wahrgenommen werden, können in größeren Betrieben spezialisierten Arbeitsgruppen von kaufmännischen Angestellten übertragen werden. Erst wenn eine Betriebsgröße von etwa 500 Beschäftigten (und damit eine Zahl von etwa 100 kaufmännischen Angestellten) überschritten ist, können in den kaufmännischen Dienststellen die Möglichkeiten zur Arbeitsrationalisierung und Produktivitätssteigerung (vor allem wohl durch Einsatz von elektronischer Datenverarbeitung) stärker genutzt werden. Hier ist dann der Anteil des technischen Personals an den Arbeitskräften in Verwaltung und Vertrieb ziemlich konstant.

These 7:

Je komplizierter die Marktbeziehungen und je stärker die Marktpartner, desto mehr technisches Personal muß mit Aufgaben betraut werden, die anderswo von kaufmännischen Angestellten wahrgenommen werden.

Die Mehrzahl der wichtigen Fachzweige beschäftigt je 100 kaufmännische Angestellte zwischen 9 und 11 Ingenieure und technische Angestellte in Unternehmensleitung und Vertrieb.

Weit über dem Durchschnitt liegt lediglich der Fachzweig Pumpen und Verdichter, der sowohl traditionell wie deshalb, weil seine Hauptabnehmer große, wirtschaftlich starke Unternehmen (Chemische Industrie, Mineralölverarbeitung u.ä.) sind, die besonders hohe Ansprüche an die Qualität und Sicherheit stellen, mit 9,1 Ingenieuren (gegenüber 5,3 aller Fachzweige) und 8,5 sonstigen technischen Angestellten (gegenüber 5,1) wesentlich mehr technische statt kaufmännische Angestellte oder zusätzlich zu ihnen beschäftigen.

Umgekehrt liegt die Zahl der technischen Angestellten in Unternehmensleitung, Verwaltung und Vertrieb je 100 kaufmännische Angestellte in Fachzweigen wie Werkzeugmaschinen, Landmaschinen, Nahrungsmittelmaschinen, Hebezeuge und Fördermittel sowie Druck- und Papiermaschinen, die entweder über eingespielte Vertriebsorganisationen verfügen, in denen keine besonderen technischen Probleme auftreten, oder die es mit einem breitgestreuten Kundenkreis zu tun haben, mit 5 bis 7 deutlich unter dem Durchschnitt. In einigen dieser Fachzweige können wohl auch die Kontakte der Ingenieure und Techniker in Konstruktion und Fertigung mit den Kunden wesentlich enger sein als anderswo.

In eine ähnliche Richtung verweist auch, daß Betriebe mit einem besonders komplexen Fertigungsprogramm etwas mehr Ingenieure und technische Angestellte je 100 kaufmännische Angestellte beschäftigen als Betriebe mit einem einfachen Fertigungsprogramm:

Betriebe, die nur Kleinserien herstellen, haben mit 3,3 Ingenieuren und 4,1 sonstigen technischen Angestellten je 100 kaufmännische Angestellte einen recht niedrigen Besatz an technischem Personal in Unternehmensleitung und Vertrieb. Deutlich höher sind die Werte in Betrieben, die sowohl Einzelstücke wie Großserien produzieren (6,0 und 4,8) und in Betrieben, die zusätzlich hierzu noch Kleinserien fertigen (6,3 und 6,2).

Alles in allem sind jedoch diese Einflüsse, die von den verschiedenen Marktlagen und Absatzproblemen auf den relativen Bedarf der einzelnen Betriebe an technischem Personal in Unternehmensleitung und Vertrieb ausgehen, wenig bedeutsam.

5. Zur qualitativen Struktur des Bedarfs

Alle vorhergehenden Darstellungen bezogen sich auf das technische Personal in seiner Gesamtheit. Nunmehr soll versucht werden, diesen Bedarf nach den einzelnen Gruppen technischen Personals mit unterschiedlich hoher Ausbildung und formaler Qualifikation aufzugliedern.

Unter den Faktoren des qualitativen Bedarfs steht an weitaus erster Stelle der Grad der Abstraktheit der zu lösenden Aufgaben. Je höher er ist, je mehr wissenschaftlich-theoretische Vorbildung benötigt wird, desto höher ist dann auch unter sonst gleichen Bedingungen der spezifische Bedarf an Ingenieuren gegenüber dem Gesamtbedarf an technischem Personal.

Umgekehrt ist der spezifische Bedarf an Ingenieuren um so geringer, je mehr die vom technischen Personal zu lösenden Aufgaben praktischer Natur sind.

In welchem Grad die dem technischen Personal gestellten Aufgaben theoretisch-abstrakter oder praktischer Art sind (also mehr Ingenieure oder mehr sonstige technische Angestellte mit einer geringeren theoretischen, aber meistens einer höheren praktischen Qualifikation zu ihrer Lösung gebraucht werden), hängt unter anderem ab:

- o vom Grad der Routinisierung der Aufgaben; auch ihrer Natur nach sehr abstrakte Probleme können durch entsprechende Organisation einen praktischen Charakter erhalten, wenn man die von ihnen implizierten analytischen Schritte nach Schwierigkeitsgraden sortiert und die leichteren so organisiert, daß ihre Lösung nur in wenigen Fällen wirklich neuartiger Natur zu sein hat;
- o von der Nähe oder Ferne zur Fertigung: In der Fertigung müssen auch die abstraktesten Probleme in materielle Lösungen umgesetzt werden und erhalten damit praktischen Charakter; nicht zuletzt hieraus resultiert die Arbeitsteilung zwischen technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion auf der einen Seite und in der Fertigung auf der anderen Seite, die in praktisch allen Betrieben besteht.

Diese beiden Faktoren lassen erwarten, daß innerhalb der verschiedenen Betriebe des deutschen Maschinenbaus und innerhalb ihrer einzelnen Teile (Einsatzbereiche) ein charakteristisch verschiedener Bedarf an Ingenieuren (und hier wiederum Hochschulingenieuren) einerseits, an sonstigem technischem Personal andererseits besteht.

These 8:

Der spezifische Bedarf an Ingenieuren (im Verhältnis zum Gesamtbedarf an technischem Personal) ist um so größer, je weiter die zu lösenden Aufgaben vom Produktionsprozeß entfernt sind und um so geringer, je enger sie mit der Praxis der Fertigung verknüpft sind.

Dieser Zusammenhang schlägt sich vor allem in der sehr verschiedenen inneren Struktur des technischen Personals in den drei von der Erhebung unterschiedenen Einsatzbereichen nieder.

Tabelle III/9

Struktur des technischen Personals nach Einsatzbereichen
(in % des technischen Personals je Einsatzbereich)

Techn. Pers.	Entwicklg. u. Kon- struktion	Produk- tion	Unterneh- mensltg. u. Vertr.	Mehrere Bereiche zusammen	Insgesamt
Hochschul- Naturwiss.	0,5	0,1	0,5	0,7	0,3
Hochschul- Ingenieure	5,5	1,2	11,9	11,0	4,9
Fachschul- Ingenieure	29,1	10,6	33,8	23,1	23,1
Ingenieure mit anderer Vorbildg.	5,6	2,5	5,3	9,4	4,6
Ingenieure gesamt	40,2	14,3	51,0	43,5	32,6
Techniker mit Examen	18,5	10,9	10,0	11,9	14,8
Sonst. techn. Angestellte	40,8	74,7	38,5	43,9	52,3
Techn. Angest. ohne Ingenieure insgesamt	<u>59,3</u>	<u>85,6</u>	<u>48,5</u>	<u>55,8</u>	<u>67,1</u>
Technisches Personal	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(N)	(43 844)	(29 341)	(9 868)	(1 341)	(84 394)

Quelle: VDMA/ISF Ingenieurserhebung 1968.

Weitaus am geringsten ist der Anteil der Ingenieure (sowie der Naturwissenschaftler) am technischen Personal in der Produktion; hier dominieren, wie schon weiter oben gesagt, technische Angestellte ohne Technikerexamen, vor allem Meister.

In Entwicklung und Konstruktion sind nicht nur sehr viel mehr Ingenieure und Naturwissenschaftler beschäftigt als in den Fertigungsabteilungen; unter den restlichen technischen Angestellten haben überdies mehr als 30 % ein Examen als Techniker abgelegt (gegenüber nur knapp 15 % in der Produktion).

Der höchste Ingenieuranteil findet sich in Unternehmensleitung und Vertrieb, also in größter Entfernung vom Produktionsprozeß.

Eine feinere Aufgliederung des Einsatzbereichs Entwicklung und Konstruktion nach Entwicklung im eigentlichen Sinn und Konstruktion klassischer Art (die aus erhebungstechnischen Gründen nicht möglich war) hätte sicherlich gezeigt, daß im ersteren Bereich noch wesentlich mehr Ingenieure (und die Masse der Naturwissenschaftler) tätig sind als in der Konstruktion klassischer Art.

Allerdings muß hier angemerkt werden, daß es nicht zulässig ist, unmittelbar aus dem hier dargestellten Strukturbild auf den spezifischen Bedarf an Ingenieuren zu schließen. Sicherlich hängt der geringere Ingenieuranteil am technischen Personal in der Fertigung auch mit dem dort sehr viel größeren Angebot an Arbeitskräften (das heißt, hochqualifizierten Facharbeitern) zusammen, die bereit und in der Lage sind, bei entsprechender Zusatzausbildung durch den Betrieb technische Aufgaben zu übernehmen. Wir werden hierauf in Kapitel IV nochmals eingehen.

These 9:

Je mehr Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben ein Betrieb zu lösen hat, desto schwieriger und abstrakter sind diese Aufgaben und desto höher ist sein spezifischer Bedarf an Ingenieuren in Entwicklung und Konstruktion.

Der von dieser These postulierte Zusammenhang wird im deutschen Maschinenbau vielfach durch Einflüsse gestört, die vor allem von Angebotsfaktoren ausgehen dürften; er läßt sich im Rahmen dieser Tatsache auf zweifache Weise demonstrieren:

- a) In einigen der Fachzweige, die besonders viel technisches Personal in Konstruktion und Entwicklung beschäftigen, sind hiervon spürbar mehr Ingenieure als sonst. Dies gilt beispielsweise für Hebezeuge und Fördermittel (10,2 %

technisches Personal in Konstruktion und Entwicklung, davon 42 % Ingenieure) sowie den Bau von Werkzeugmaschinen (8,4 %, davon gleichfalls 42 %). Auf der anderen Seite weisen einige der Fachzweige mit den kleinsten Entwicklungs- und Konstruktionsbüros auch weit unter dem Durchschnitt liegende Ingenieuranteile auf, so vor allem Nähmaschinen (3,8 und 30 %).

- b) Bei Fertigungsverfahren, die einen besonders hohen Entwicklungs- und Konstruktionsaufwand je Betrieb erzeugen, liegt tendenziell auch der Ingenieuranteil an den Beschäftigten der Entwicklungs- und Konstruktionsbüros höher. So sind - größte Diskrepanz - in den Betrieben mit reiner Einzel- und Anlagenfertigung mit 14,7 % aller Beschäftigten in Entwicklung und Konstruktion 44 % hiervon Ingenieure; in Betrieben mit reiner Kleinserien- und reiner Großserienfertigung sind in Entwicklung und Konstruktion nur 32 % bzw. 35 % des technischen Personals Ingenieure.

Aus These 9 läßt sich, generalisierend, eine weitere These ableiten, die sich auf die innere Struktur der eingesetzten Ingenieure bezieht.

These 10:

Der Bedarf an Personal mit akademischer Ausbildung (Diplom-Ingenieure und Naturwissenschaftler) ist um so höher, je höher insgesamt der Ingenieurbedarf ist.

Diese These, die nicht nur auf unterschiedlichen Bedarf nach "technischer" Qualifikation, sondern auch auf den verschiedenen sozialen Status verweist, den Hochschulabsolventen einerseits, Fachschulabsolventen andererseits (zumindest in der Gesellschaft, wenn auch nicht überall im Betrieb) besitzen, läßt sich am deutlichsten an Tabelle III/9 demonstrieren.

In der Produktion beträgt der Ingenieuranteil nur 14,5 % am technischen Personal; hier treffen dann auch auf 100 Fach-

schul-Ingenieure nur knapp 12 Diplom-Ingenieure und Naturwissenschaftler.

In Konstruktion und Entwicklung (40,2 % Ingenieuranteil am technischen Personal) sind je 100 Fachschul-Ingenieure rund 21 Diplom-Ingenieure und Naturwissenschaftler beschäftigt.

In Unternehmensleitung und Vertrieb (51,0 % Ingenieuranteil am technischen Personal) steigt diese Quote auf 37 Hochschulabsolventen je 100 Fachschulabsolventen.

In den Betrieben mit reiner Kleinserie, wo in den recht kleinen Konstruktions- und Entwicklungsbüros nur 32 % der Beschäftigten Ingenieure sind, entfallen hier auf je 100 Fachschul-Ingenieure nur 11 Diplom-Ingenieure (allerdings über 100 Techniker mit Examen). In den Betrieben mit kombinierter Einzelfertigung und Großserienfertigung ist in den Konstruktions- und Entwicklungsbüros der Ingenieuranteil mit 44 % am höchsten; hier treffen dann auf 100 Fachschul-Ingenieure 22 Diplom-Ingenieure (und nur 45 Techniker mit Examen).

Allerdings wird auch dieser Zusammenhang, betrachtet man die einzelnen Fachzweige, stark durch das je Fachzweig sehr variierende Angebot des Bildungssystems an Hochschul- bzw. Fachschul-Ingenieuren mit der entsprechenden Spezialqualifikation überlagert.

6. Zusammenfassung

Dem Versuch, für den deutschen Maschinenbau konkretere Gesetzmäßigkeiten für die Entstehung von Bedarf an technischem Personal im allgemeinen, von Ingenieuren im besonderen zu formulieren, lag das Axiom zugrunde, daß der Bedarf an technischem Personal für die einzelnen Teile eines Betriebs gesondert beschrieben werden muß, die jeweils in einer anderen Beziehung zum betrieblichen Ausstoß stehen.

Dieses Axiom erwies sich als fruchtbar:

Der Bedarf an technischem Personal hängt in den Fertigungsabteilungen vor allem ab von der Zahl der beschäftigten Arbeiter und in den restlichen Abteilungen des Betriebs von der Zahl der kaufmännischen Angestellten bzw. den hierdurch indizierten und induzierten, zu erfüllenden Aufgaben. Er variiert darüber hinaus in der Masse des deutschen Maschinenbaus nur etwa im Verhältnis 1 : 2. Demgegenüber wird der Bedarf in Konstruktion und Entwicklung, wo die Hälfte des gesamten technischen Personals und fast zwei Drittel aller Ingenieure beschäftigt sind, vor allem vom notwendigen konstruktiven Aufwand je Typ (Variationsbreite für die Masse der Betriebe etwa 1 : 2) und von der Seriengröße bestimmt, in der ein Typ produziert wird (Variationsbreite etwa 1 : 4 bis 1 : 5).

In der Produktion sowie in Unternehmensleitung und Vertrieb dürfte es eine "Mindestausstattung" eines Betriebs mit technischem Personal geben, die in der Produktion etwa 0,6 Ingenieure und etwa 4,5 sonstige technische Angestellte je 100 Arbeiter, in Unternehmensleitung und Vertrieb etwa 2 bis 3 Ingenieure und ebenso viele sonstige technische Angestellte je 100 kaufmännische Angestellte (= jeweils etwa 0,3 - 0,5 Ingenieure und sonstige technische Angestellte je 100 Beschäftigte) betragen dürfte.

Dieser Mindestbedarf kann in der Produktion auf mehr als das Doppelte steigen, wenn die technischen Schwierigkeiten der Fertigung groß sind und bestimmte Fertigungsbedingungen (Rationalisierung, Mechanisierung, Existenz spezialisierter Stäbe für Arbeitsvorbereitung, Produktionsplanung u.ä.) gegeben sind.

Beide bedarfserhöhenden Faktoren können jedoch teilweise abgefangen werden, sei es durch eine veränderte Arbeitsteilung zwischen den technischen Büros, wie Konstruktion und Entwicklung einerseits, und dem technischen Personal in der Produktion andererseits, sei es, indem man die Rationalisierung auch auf das technische Personal in der Produktion ausdehnt.

Der höchste Bedarf an technischem Personal in der Produktion (immer bezogen auf die Zahl der Arbeiter) besteht wohl dort, wo die Produkte komplizierte, neue Technologien involvieren, wo die Fertigung so neu ist (oder die Betriebe nicht so groß sind), daß die durch bessere Organisation und Vergrößerung der Serien zu erzielenden Rationalisierungseffekte noch nicht ausgeschöpft sind, wo jedoch andererseits die Betriebsgröße die Entstehung technischer Stäbe in der Produktion bereits ermöglicht bzw. erzwingt.

Wie sich in Kapitel IV noch zeigen wird, ist das Maß, in dem der Minimalbedarf überschritten wird, spürbar angebotsbestimmt; die bedarfserhöhenden Faktoren wirken also in der Regel nur in dem Maß, in dem ein Angebot an entsprechenden qualifizierten Fachkräften vorhanden ist oder mobilisiert werden kann, mit dessen Hilfe der zusätzliche Bedarf zu decken ist. Fehlt das Angebot, so reduziert sich der Besatz tendenziell auf den Mindestbedarf.

In Unternehmensleitung und Vertrieb wird vermehrter Bedarf an Ingenieuren und technischem Personal vor allem durch die Struktur des Absatzmarkts und der Vertriebsorganisation, größere Ansprüche der Kunden, höhere Fähigkeit der Kunden, ihre Ansprüche durchzusetzen, sowie vielleicht auch besondere Komplexität des Fertigungsprogramms erzeugt.

In Konstruktion und Entwicklung ist es nicht sinnvoll, von einem Mindestbedarf zu sprechen. Kombiniert man die Wirkungen der Seriengröße und die verschiedenen konstruktiven Schwierigkeiten der typischen Erzeugnisse eines Fachzweigs oder Betriebs, so kann hier der Bedarf an technischem Personal im Verhältnis von nahezu 1 : 10 variieren. Dies hat dann, da die Konstruktions- und Entwicklungsbüros die größten Verbraucher von technischem Personal sind, auch sehr große Bedeutung für den Gesamtbedarf der Betriebe an Ingenieuren und sonstigen technischen Angestellten.

Es ist aus dem vorliegenden Material und beim gegenwärtigen Stand der Analyse noch nicht möglich, einigermaßen zuverlässig-

sige Entwicklungstendenzen für den Bedarf anzugeben. Hierzu wären sicherlich Vergleichsuntersuchungen in anderen Branchen, wahrscheinlich aber sogar spätere gleiche Untersuchungen im deutschen Maschinenbau notwendig.

Immerhin zeigt sich deutlich, daß die Annahmen, mit denen bisher die Erwartungen wachsenden Bedarfs an Ingenieuren und sonstigem technischem Personal in der Industrie gestützt wurden, der Realität nicht konform sind:

Einmal sind in bestimmten, vor allem großen Betrieben mit relativ einfacher Fertigung recht deutliche Anzeichen für einen beginnenden Rationalisierungsprozeß im Bereich der typischen Aufgaben von technischem Personal zu beobachten, die darauf verweisen, daß in Zukunft möglicherweise ein gleichbleibendes Leistungsvolumen von weniger Arbeitskräften erbracht werden kann.

Zum anderen ist der Bedarf an technischem Personal im Maschinenbau in hohem Grad davon abhängig, ob die jetzt noch dominierende Produktion "nach Maß", das heißt, die Fertigung von einzelnen Maschinen oder einzelnen Anlagen - die in der Fertigung wohl das entscheidende Hindernis für eine nachhaltige Produktivitätssteigerung ist - bestehen bleibt oder ob die hierdurch erzwungene Tendenz zur Verteuerung der Produkte mit steigenden Löhnen zu einer stärkeren Serienfertigung zwingen wird; wäre letzteres der Fall, so würde sich der Bedarf des Maschinenbaus an technischem Personal zumindest relativ deutlich reduzieren.

Gegenüber diesen recht klaren Gesetzmäßigkeiten des Bedarfs an technischem Personal insgesamt war es für den spezifischen Bedarf an Ingenieuren und Hochschulingenieuren sehr viel schwieriger, einzelne Faktoren zu benennen und ihre Wirkungen zu zeigen.

Zwar werden, gemessen am gesamten technischen Personal, tendenziell um so mehr Ingenieure eingesetzt, je mehr die Aufgaben von der Fertigung entfernt sind. Auch steigt tenden-

ziell die Zahl der Diplom-Ingenieure je 100 Fachschul-Ingenieure, je mehr die Ingenieure innerhalb einer bestimmten Abteilung gegenüber dem sonstigen technischen Personal dominieren. Diese Zusammenhänge sind jedoch in vielfältiger Weise - vor allem durch Angebotsfaktoren - verzerrt und überlagert, so daß es kaum zulässig ist, aus ihnen Rückschlüsse auf mögliche Entwicklungstendenzen zu ziehen.

IV. Das Angebot

1. Allgemeine Überlegungen

Gemäß den Prämissen des in Kapitel II skizzierten Ansatzes ist der Einsatz von technischem Personal das Resultat einer kombinierten Wirkung von Bedarfsfaktoren und Angebotsfaktoren. Der aus technischen, organisatorischen und ökonomischen Ursachen entstehende Bedarf der betrieblichen Einsatzbereiche wird zur Nachfrage von Betrieben, die sich ihrerseits ein entsprechendes Angebot auf dem Arbeitsmarkt, im Ausbildungssystem bzw. in der eigenen Belegschaft des Betriebs sucht. Kann die Nachfrage nicht befriedigt werden, so ist der Betrieb bestrebt, seine Personalstrukturen - möglicherweise aber auch gezwungen, seine technisch-organisatorische Struktur und seine Produktion - der "Versorgungslage" anzupassen.

Das Verhältnis zwischen Bedarf und Nachfrage einerseits, Angebot andererseits muß in zweifacher Perspektive analysiert werden.

Langfristig ist anzunehmen, daß sich ein Gleichgewichtszustand zwischen Angebot und Bedarf herausbildet. Langdauernde ungedeckte Nachfrage nach Arbeitskräften einer bestimmten Qualifikation erzeugt Reaktionen auf dem Arbeitsmarkt oder im Ausbildungssystem, die tendenziell zu ihrer Deckung führen. Zugleich bilden sich Organisationsformen, Personalstrukturen, Formen der Arbeitsteilung zwischen Arbeitskräften verschiedener Qualifikation, die den langfristig zu erwartenden Angebotsstrukturen entsprechen und von allen Beteiligten als sozusagen natürlich gewachsen perzipiert und faktisch mit dem objektiven Bedarf identifiziert werden.

Will man in dieser langfristigen Perspektive die Wirkungen des Angebots von denen des Bedarfs analytisch trennen, so muß man bei diesen etablierten Gleichgewichtszuständen ansetzen und fragen, wie vermutlich gleichartige Bedarfssituationen unter der Wirkung verschiedener Angebotssituatio-

nen zu jeweils verschiedenen Personalstrukturen führen, die sich an den Beständen von technischem Personal abbilden lassen.

Hierfür bieten sich aus dem hier verwendeten Material drei Dimensionen an, mit deren Hilfe verschiedene hypothetische Angebotslagen konstruiert und im Hinblick auf ihre Konsequenzen für die Bestandsstrukturen geprüft werden können.

Eine erste Dimension ist regionaler Art.

Aus der Regional-, Bildungs- und Arbeitsmarktforschung ist bekannt, daß:

- o hochqualifizierte Ausbildungsstätten hauptsächlich in Großstädten liegen und häufiger von der Bevölkerung besucht werden, die in ihrer Nähe lebt;
- o hochqualifizierte Arbeitskräfte stärker als andere Arbeitskräfte dazu tendieren, aus kleineren Orten in größere Städte abzuwandern;
- o interregionale Wanderungen hochqualifizierter Arbeitskräfte sich überwiegend zwischen Großstädten vollziehen.

Diese drei Tatsachen lassen vermuten, daß das Angebot an hochqualifizierten Arbeitskräften - sowohl nach Umfang wie auch nach Niveau der Ausbildung und Spezialisierungsgrad der Qualifikation - in Großstädten spürbar besser ist als in den restlichen Teilen des Landes. Sofern der Bestand an hochqualifizierten Arbeitskräften nicht nur bedarfs-, sondern auch Angebotsabhängig ist, muß er unter sonst gleichen Bedingungen in den Betrieben des deutschen Maschinenbaus, die in Großstädten liegen, und solchen, bei denen dies nicht der Fall ist, deutlich verschieden sein.

Eine zweite Dimension berücksichtigt die Rekrutierungsbasis der Betriebe für technisches Personal, genauer gesagt, die Möglichkeit, die ein normaler Betrieb des Maschinenbaus be-

sitzt, bestimmte technische Aufgaben von Arbeitskräften verrichten zu lassen, die schon bisher - wenngleich mit anderen Funktionen - im Betrieb beschäftigt waren, bzw. die komplementäre Notwendigkeit, zur Erfüllung dieser Aufgaben geeignete Arbeitskräfte auf dem Arbeitsmarkt (und hier insbesondere wieder aus dem Ausstoß des Bildungssystems) zu beschaffen.

Einer Analyse in dieser Dimension liegt das Postulat einer relativ hohen Substituierbarkeit von Arbeitskräften mit verschiedenartiger und verschieden langer formaler Ausbildung gegeneinander zugrunde, das schon im vorhergehenden Kapitel angedeutet wurde und auch für andere Thesen dieses Kapitels wichtig ist. Diese Analyse differenziert - komplementär zum letzten Abschnitt von Kapitel III - die Bestände an technischem Personal nach dem Typ von Arbeitskräften, mit dem zusammengearbeitet wird (wobei sich als Operationalisierung die "Einsatzbereiche" anbieten).

Geht man davon aus, daß für einen Betrieb die Einstellung hochqualifizierter Arbeitskräfte (insbesondere Fachschul- und Hochschulingenieure) immer mit einem gewissen Risiko verbunden ist, und zwar um so mehr, je größer die Verantwortung ist, die diesen Ingenieuren bald übertragen werden muß, geht man weiterhin davon aus, daß Ingenieure im Durchschnitt teurer sind als das sonstige technische Personal, so entspräche es nur den Gesetzen wirtschaftlicher Vernunft, daß die Betriebe bei der Deckung ihres Bedarfs an technischem Personal, soweit möglich, zunächst auf Arbeitskräfte zurückgreifen, die seit längerem im Betrieb arbeiten, die den Betrieb und seine Fertigung gut kennen und für die eine Betreuung mit technischen Aufgaben (und die Übernahme in den Status eines technischen Angestellten) einen eindeutigen sozialen und beruflichen Aufstieg bedeutet.

Die Chance zur Rekrutierung von technischem Personal durch Aufstieg aus der eigenen Belegschaft ist in den einzelnen Betrieben und in den einzelnen Betriebsabteilungen verschiedenen hoch. Sie ist am höchsten in den Fertigungsabteilungen

von Betrieben, deren Produktionspersonal überwiegend aus qualifizierten Facharbeitern besteht, und am geringsten in den Abteilungen, die in der größten Distanz zum Produktionsprozeß stehen (zum Beispiel Vertrieb), und zwar vor allem in Betrieben, die überdurchschnittlich groß und überdurchschnittlich straff organisiert sind.

Während im einen Fall - bei prinzipiell gleichem Bedarf - der Anteil der Ingenieure am gesamten technischen Personal recht gering sein müßte, ist im anderen Fall mit einer hohen Ingenieurquote zu rechnen; der Anteil der Techniker mit Examen stellt einen weiteren, subsidiären Indikator dar.

Eine Analyse in dieser Dimension wird allerdings dadurch erschwert, daß sich ja in den meisten Betrieben in einer langen Tradition Formen der Arbeitsteilung zwischen dem technischen Personal und den restlichen Beschäftigten sowie zwischen den einzelnen Gruppen des technischen Personals herauskristallisiert haben, die dann wiederum die Entwicklung des konkreten Bedarfs beeinflussen. Man stößt also in dieser Dimension, wie schon in Kapitel III (5.) gesagt, auf eine besonders hohe Interpenetranz von Bedarfs- und Angebotsfaktoren, die jeden Interpretationsversuch zu besonderer Vorsicht zwingt.

Eine dritte Dimension bezieht sich auf die Struktur des Ausbildungssystems.

Bei der Herausbildung langfristiger Gleichgewichte zwischen dem Bedarf an Fachqualifikationen und dem durch das Ausbildungssystem erzeugten Angebot können verschiedene Teile der Wirtschaft (hier: verschiedene Fachzweige des Maschinenbaus) jeweils andere Wege eingeschlagen haben. Insbesondere ist damit zu rechnen, daß bestimmte Teile des Maschinenbaus darauf verzichtet haben oder nicht dazu in der Lage waren, die Berücksichtigung ihres spezifischen Bedarfs an hochqualifiziertem Personal gegenüber dem Ausbildungssystem geltend zu machen, während andere Branchen dies nachdrücklich und erfolgreich taten.

Die Ursachen hierfür können zum Beispiel in dem mehr oder minder großen Prestige der Erzeugnisse des Fachzweigs liegen, darin, daß manche Fachzweige sich traditionell in einer besseren wirtschaftlichen Lage befanden und deshalb attraktivere Arbeitsbedingungen und Karrieren für technisches Personal anbieten konnten, oder darin, daß in einigen Fachzweigen sehr große, bekannte Betriebe ihr Gewicht und ihren Einfluß im Ausbildungssystem und bei den Studierenden geltend machen konnten.

Es ist also anzunehmen, daß manche Fachzweige des deutschen Maschinenbaus vom Ausbildungssystem besser versorgt werden als andere und dementsprechend qualitativ und quantitativ andere Bestände an technischem Personal aufweisen.

Bei allen Analysen in der langfristigen Perspektive ist allerdings zu berücksichtigen, daß sich - wie aus dem Gleichgewichtsbegriff unmittelbar resultiert - langfristig eben auch der Bedarf der Versorgungslage angepaßt hat und daß, selbst wenn zunächst keine technischen Unterschiede (beispielsweise zwischen Stadt und Land oder zwischen Fachzweigen, die vom Ausbildungssystem gut oder schlecht versorgt werden) bestehen, möglicherweise im Verlauf des Anpassungsprozesses solche Unterschiede sich herausbilden, weil die einen mehr technisches Potential besitzen als die anderen und dann auch ihre Produktionsweise und ihre Produktion sich entsprechend entwickeln.

Dieser Rückkoppelungseffekt ist hingegen bei Analysen in kurzfristiger Perspektive nicht zu erwarten.

In dieser Perspektive ist vor allem zu fragen, ob und in welchem Maß sich die Bestände an technischem Personal im allgemeinen und an Ingenieuren im besonderen dann anders entwickeln als die Bedarfsfaktoren es nahelegen würden, wenn sich die Versorgungslage kurzfristig verbessert oder verschlechtert.

Daß diese Frage überhaupt auftreten kann, hängt mit den langen bis sehr langen Produktionszeiten von Spezialqualifikationen zusammen, wie sie für technisches Personal charakteristisch sind. Ein zusätzlicher Bedarf an derartigen Spezialqualifikationen kann nicht sofort gedeckt werden, sondern erst dann, wenn er entsprechende Reaktionen bei potentiellen Trägern dieser Qualifikationen (vor allem Schüler bzw. Studenten bei Ingenieuren und Facharbeiter bei sonstigem technischem Personal) hervorgerufen hat und wenn die entsprechenden Ausbildungseinrichtungen (zum Beispiel spezielle Unterrichtsveranstaltungen an den Technischen Hochschulen oder betriebliche bzw. überbetriebliche Kurse für Techniker) neu geschaffen oder, soweit sie bereits bestanden, in ihrer Kapazität erweitert wurden.

Das durch frühere Erhöhung des Bedarfs geweckte Angebot kann nun seinerseits, wegen der langen Reaktions- und Produktionszeiten, oft erst aktuell werden, wenn sich die Entwicklungstendenzen der Bedarfsfaktoren neuerlich verändert haben.

Die Elastizität der Bestände bei gleichem Bedarf läßt sich dann an dem Grad ermessen, in dem die Bestände auch verschiedenes Angebot widerspiegeln.

Die Gegenüberstellung verschiedener Kombinationen von Bedarfs- und Angebotslagen ist vor allem in zwei Dimensionen möglich:

In einer ersten Dimension ist - für die Gesamtheit des deutschen Maschinenbaus - zu prüfen, in welchem Maß vermehrter Ausstoß des Ausbildungssystems den Bestand an Ingenieuren und seine Entwicklung beeinflußt hat.

Ist die Grundthese richtig, nach der die Bestände nicht nur vom Bedarf, sondern auch vom Angebot abhängig sind, so müßte bei etwa konstantem Bedarf, aber gestiegenen Absolventenzahlen, der Bestand an Ingenieuren zunehmen.

Die zweite Dimension bezieht sich auf einzelne Betriebe des deutschen Maschinenbaus und untersucht die Wirkungen von Beschäftigungszunahme und Beschäftigungsabnahme auf den Bestand an technischem Personal. Der Analyse in dieser Dimension liegt die Annahme zugrunde, daß expandierende Betriebe unter sonst gleichen Bedingungen sich in einer wesentlich schlechteren Versorgungslage für technisches Personal befinden als schrumpfende Betriebe. Während letztere über ein technisches Personal verfügen, das eher größer ist als der Bedarf, haben Betriebe in der Expansion einen erheblichen zusätzlichen Bedarf, den sie nur durch Neurekrutierung und nur insofern decken können, als ein entsprechendes Angebot besteht.

Folglich müßte in schrumpfenden Betrieben der Bestand an technischem Personal spürbar größer sein als in Betrieben mit wachsender Belegschaft, falls nicht überschüssiges technisches Personal auf dem Arbeitsmarkt frei verfügbar ist, was in Zeiten struktureller Vollbeschäftigung nicht die Regel sein dürfte.

Weil die Interdependenz und Interpenetranz von Angebots- und Nachfragefaktoren in kurzfristiger Perspektive weniger störend sein dürfte als in langfristiger Perspektive, sei mit den beiden analytischen Dimensionen der kurz- (bzw. kurz- und mittelfristigen) Perspektive begonnen.

2. Die Wirkung von Angebotsfaktoren in kurz- und mittelfristiger Perspektive

Das Material des deutschen Maschinenbaus gestattet es, kurzfristige (bzw. kurz- und mittelfristige) Wirkungen verschiedener und veränderter Angebotslage auf den Einsatz an technischem Personal auf zweifache Weise zu analysieren: einmal anhand der globalen Veränderung des Ingenieurbestands im gesamten Maschinenbau; zum anderen anhand des heutigen Besatzes mit technischem Personal in den Betrieben des deutschen Maschinenbaus, die zwischen 1961 und 1968 ihre Zugehörigkeit zu einer Betriebsgrößenklasse verändert haben.

These 11:

Vermehrte Ausbildung von Ingenieuren hat einen unabhängig vom Bedarf vermehrten Einsatz von Ingenieuren zur Folge.

Zwischen 1955 und 1961 hat sich, wie in Kapitel I gezeigt, der Bestand an Ingenieuren im deutschen Maschinenbau um knapp 20 %, von 1961 bis 1968 nochmals um 25 % erhöht.

Der Zuwachs der Zahl der Ingenieure von 1955 bis 1961 läßt sich im Rahmen der klassischen Modelle der Bedarfsprognose recht gut mit dem Anstieg der Beschäftigung um rund 40 % und dem Anstieg der Nettoproduktion um knapp 50 % sowie der Produktivität um etwa 6 % erklären. Hingegen ist, wie in Kapitel II gezeigt, aus diesen Modellen nicht ableitbar, warum sich der Bedarf an Ingenieuren seit 1961 weiterhin um 25 % erhöht haben soll (was gegenüber der Periode 1955/61 einer Steigerung der jährlichen Bedarfszuwachsrate von 3,2 % auf 3,6 % entspräche).

Hingegen läßt sich die Entwicklung des Ingenieurbestands im deutschen Maschinenbau recht plausibel durch die Entwicklung des Angebots erklären.

Dabei empfiehlt sich eine Beschränkung auf die Ingenieure der Fachrichtung Maschinenbau, die 1968 rund 80 % aller Hochschul-Ingenieure und rund 85 % aller Fachschul-Ingenieure in den Betrieben des deutschen Maschinenbaus stellten.

Tabelle IV/1

Hochschulabsolventen und durchschnittliche Zunahme des Bestands an Ingenieuren im deutschen Maschinenbau
(jeweils Fachrichtung "Maschinenbau", absolute Zahlen)

Periode	Absolventen (Jahres- durchschnitt)		Bestandszunahme pro Jahr	
	Hochschulen	Fachschulen	Hochschul- Ingenieure	Fachschul- Ingenieure
1955/61	908	2 703	147	848
1961/68	1 412	4 563	144	1 097

NB! Bedauerlicherweise sind zuverlässige Zahlen über die Absolventen nicht für den gesamten Zeitraum verfügbar. Die Jahresdurchschnitte wurden jeweils berechnet auf der Basis:
1955/61: Hochschul-Ingenieure 1956 bis 1961, Fachschul-Ingenieure 1957 bis 1961;
1961/68: Hochschul-Ingenieure 1962 bis 1966 und Fachschul-Ingenieure 1962 bis 1967.

Quelle: Ingenieurserhebungen des VDMA (Ingenieurbestände) und Amtliche Statistik (Absolventenzahlen).

Diese Tabelle legt zwei Schlußfolgerungen nahe:

1. Die Erhöhung der Produktion des Bildungssystems an Ingenieuren der Fachrichtung Maschinenbau von 3 600 auf 6 000 pro Jahr hatte im deutschen Maschinenbau einen zusätzlichen Einsatz von Ingenieuren zur Folge, der pro Jahr von knapp 1 000 auf knapp 1 200 stieg. Der deutsche Maschinenbau war wenigstens bestrebt, gegen die Konkurrenz anderer Wirtschaftsbereiche einen gewissen Anteil an der Produktion des Bildungssystems zu halten (der allerdings von der einen Periode zur anderen von knapp 28 % auf 21 % gefallen ist).
2. Da sich die Produktion an Fachschul-Ingenieuren wesentlich stärker vermehrt hat als an Hochschul-Ingenieuren, konzentriert sich der verstärkte Ingenieureinsatz auf die Fachschul-Ingenieure.

Der Ausstoß des Bildungssystems erscheint somit als ein "Versorgungsmarkt", auf dem sich der deutsche Maschinenbau

unabhängig von seinem Bedarf oder zumindest unabhängig von den aktuellen kurz- und mittelfristigen Bedarfsschwankungen eindeckt.¹⁾

Angesichts der Tatsache, daß Ingenieure stets zusammen mit anderen technischen Angestellten eingesetzt werden, ist in ökonomischen Kategorien mit einer recht hohen Substituierbarkeit zwischen diesen beiden Kategorien von Arbeitskräften zu rechnen, die es zumindest bisher möglich machte, die Nachfrage nach und den Einsatz von Ingenieuren - unabhängig vom aktuellen und spezifischen Bedarf - den Angebotsveränderungen anzupassen.

These 12:

Expandierende Betriebe können ihren steigenden Bedarf an technischem Personal aus dem Angebot nicht voll oder nur mit Verzögerung decken.

Betriebe mit steigender Belegschaftszahl setzen unter sonst gleichen Bedingungen weniger technisches Personal ein als Betriebe, deren Belegschaftszahl sich nicht erhöht bzw. verringert hat, weil ihrer zusätzlichen Nachfrage nur ein beschränktes Angebot gegenübersteht.

-
- 1) Eine genauere Analyse müßte neben dem Zusatzbedarf auch den Ersatzbedarf berücksichtigen, der durch das Ausscheiden von Ingenieuren (zumeist aus Altersgründen) erzeugt wird. Versucht man die Altersstruktur der Ingenieure im Jahr 1968 auf die Geburtsjahrgänge, die seit 1961 bzw. 1955 aus dem Erwerbsleben ausgeschieden sind, zu extrapolieren, so zeigt sich, daß der Ersatzbedarf gegenüber dem Zusatzbedarf in diesen beiden Perioden wohl nicht sehr stark ins Gewicht gefallen ist: 1968 waren nur 24 % Hochschul-Ingenieure und 18 % Fachschul-Ingenieure über 50 Jahre alt. Allerdings kann sich die niedrigere Zuwachsrates der Hochschul-Ingenieure auch daraus erklären, daß nach 1961 die starken Geburtsjahrgänge aus der Zeit kurz nach der Jahrhundertwende aus dem Erwerbsleben ausgeschieden sind, die in der Mitte der zwanziger Jahre in recht großer Zahl technische Hochschulen besuchten.

Bei der Ingenieurserhebung 1968 wurde für jeden Betrieb die Betriebsgrößenklasse erfaßt, der er im Jahr 1961 angehört hatte. Vernachlässigt man Veränderungen in den kleinsten Betriebsgrößenklassen, die oft nur durch Vermehrung oder Verminderung der Beschäftigung um wenige Personen hervorgerufen werden, so haben etwa 80 Betriebe mit etwa 10 % aller von der Erhebung erfaßten Beschäftigten zwischen 1961 und 1968 ihre Betriebsgröße spürbar verändert - die Mehrzahl der Betriebe nach oben, die Minderheit nach unten.¹⁾

In den schrumpfenden Betrieben betrug der Anteil des technischen Personals an allen Beschäftigten 15,2 %, in den wachsenden Betrieben nur 11,9 %.

Nun könnte eingewendet werden, daß zwischen Größenveränderung und Besatz mit technischem Personal kein kausaler Zusammenhang besteht, wie er von der These unterstellt wird, sondern nur ein korrelativer, indem diejenigen Betriebe besonders rasch wachsen, deren Fertigung weniger technisches Personal erfordert und umgekehrt.

- 1) Nicht berücksichtigt wurden hierbei wegen ihrer besonderen Situation selbständige Konstruktionsbüros und Betriebe, in denen Maschinenbau mit anderen Erzeugungen (z.B. Elektromechanik oder Herstellung von Kraftfahrzeugen) kombiniert ist.

Im einzelnen handelt es sich um:

	Betriebsgröße 1961	Betriebsgröße 1968	Zahl d. Betriebe	Zahl d. Besch.
a) Wachsende Betriebe				
	unter 300	500 bis 999	8	5 061
	300 bis 499	500 bis 999	26	16 610
	100 bis 499	1000 und mehr	4	4 244
	400 bis 999	1000 und mehr	16	19 508
b) Schrumpfende Betriebe				
	1000 und mehr	500 bis 999	9	7 734
	500 bis 999	300 bis 499	13	5 662

Dieser Einwand ist jedoch nicht stichhaltig. Gliedert man die wachsenden und schrumpfenden Betriebe nach ihrem überwiegenden Fertigungsverfahren - das, wie in Kapitel III gezeigt, neben der Zahl der Beschäftigten der wichtigste Bedarfsfaktor technischen Personals ist -, so bleibt das Bild praktisch unverändert.

Tabelle IV/2

Betriebsgrößenveränderung und Bestand an technischem Personal (Ingenieure und technische Angestellte je 100 Besch.)

	Einzel- und Anlagen- fertigung	Betriebe mit Anlagen- ausschließlicher Serienfertigung
Wachsende Betriebe	13,6	9,9
Schrumpfende Betriebe	15,6	11,7

NB! Zu "Einzel- und Anlagenfertigung" wurden alle Betriebe gerechnet, die nicht ausschließlich Kleinserien, Großserien bzw. Klein- und Großserien produzieren.

Betriebe mit Einzel- und Anlagenfertigung beschäftigen jeweils ein Drittel mehr technisches Personal als Betriebe mit reiner Serienfertigung; innerhalb dieser beiden Kategorien haben dann aber die schrumpfenden Betriebe jeweils um fast 20 % höhere Bestände an technischem Personal als die wachsenden Betriebe.

Mit dem verfügbaren Material kann nicht gesagt werden, ob dieser Effekt von Dauer ist oder nach einiger Zeit wieder resorbiert wird.

Für letzteres spricht zum Beispiel, daß bei Betriebseinschränkungen im allgemeinen Arbeiter aus juristischen wie personalpolitischen Gründen schneller entlassen werden als qualifizierte Angestellte und daß der noch bestehende ungedeckte Bedarf in den wachsenden Betrieben im Laufe der Zeit ein entsprechendes Angebot - sei es auf dem Arbeitsmarkt, sei es in der vorhandenen Belegschaft - hervorruft.

Dennoch darf nicht ausgeschlossen werden, daß dieser Effekt von Dauer ist, da - wie in Kapitel III (These 3) gezeigt -

gewisse Möglichkeiten bestehen, durch Rationalisierung den Bedarf an technischem Personal zu verringern, wenn zum Beispiel kein ausreichendes Angebot bereitsteht, um diesen Bedarf zu decken.

3. Die Wirkung von Angebotsfaktoren in langfristiger Perspektive

Die langfristigen Einflüsse unterschiedlichen oder veränderten Angebots auf den Bestand an Ingenieuren und sonstigem technischem Personal lassen sich anhand der verfügbaren Statistiken aus dem deutschen Maschinenbau in dreifacher Weise beschreiben: zunächst in einer Gegenüberstellung der Betriebe verschiedener regionaler Lage und damit vermutlich verschiedener örtlicher Arbeitsmarktsituation; weiterhin, indem man nochmals die einzelnen, von der Erhebung unterschiedenen Einsatzbereiche im Hinblick darauf betrachtet, welche Rekrutierungschancen für technisches Personal alternativ zur Einstellung von Ingenieuren jeweils gegeben sind; endlich, indem man den Bestand an technischem Personal und insbesondere an Ingenieuren verschiedenen Ausbildungsniveaus in einzelnen Fachzweigen analysiert, die verschieden gut bzw. schlecht vom Ausbildungssystem mit Spezialqualifikationen beliefert werden.

These 13:

Betriebe in Großstädten, die auf ein reicheres und differenzierteres Angebot an hochqualifizierten Arbeitskräften zurückgreifen können, setzen mehr technisches Personal und vor allem mehr technisches Personal mit hoher formaler Qualifikation ein als die restlichen Betriebe.

Von den erfaßten Betrieben des deutschen Maschinenbaus liegen 39 % in einer Stadt mit mehr als 100 000 Einwohnern und 59 % in kleineren Orten; für 2 % der Betriebe konnte die Lage nicht ermittelt werden. Von den Betrieben in kleineren Orten liegt wiederum knapp die Hälfte in der Nähe einer Großstadt (bis zu 30 km Entfernung).

Betriebe in der Großstadt sind im Durchschnitt etwas größer, doch ist der Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und regionaler Lage nicht sehr bedeutsam (362 Beschäftigte je Betrieb in Großstädten, 312 in Großstadtnähe und 345 in Großstadtferne).

Im Bestand an technischem Personal bestehen starke Unterschiede zwischen Betrieben verschiedener regionaler Lage, die um so größer sind, je höher die formale Qualifikation ist.

Tabelle IV/3

Regionale Lage und Bestand an technischem Personal
(je 100 Beschäftigte)

Technisches Personal	Betriebe in Groß- städten	nahe	ferne	Differenz in % des Durch- schnitts aller Betriebe
Hochschul- Ingenieure	0,93	0,43	0,49	61 %
Fachschul- Ingenieure	4,20	3,06	2,56	50 %
Sonstige Ingenieure	0,85	0,69	0,45	60 %
Ingenieure insgesamt	5,98	4,38	3,44	53 %
Techniker mit Examen	2,68	2,18	1,72	41 %
Sonstige techn. Ang.	8,22	7,59	6,64	21 %
Techn. Pers. insgesamt	16,88	14,15	11,80	35 %

Die Konzentration der technischen Ausbildungsstätten auf Großstädte, die höhere Quote formaler Bildung innerhalb der großstädtischen Bevölkerung und die Tatsache, daß hochqualifizierte Arbeitskräfte in aller Regel einem Arbeitsplatz in einer Großstadt sowohl wegen der besseren Arbeitsmarktlage wie wegen der besseren Lebensbedingungen den Vorzug geben, erzeugen ein wesentlich reicheres Angebot an hochqualifiziertem technischem Personal in Großstädten.

Dies hat dann zur Folge, daß Betriebe in Großstädten fast doppelt soviel Hochschul-Ingenieure, etwa 60 % mehr Fachschul-Ingenieure und 50 % mehr Techniker mit Examen beschäftigen als Betriebe in Großstadtferne. Demgegenüber ist der Unterschied bei den technischen Angestellten ohne formale Qualifikation sehr viel geringer. Hier liegt der Bestand in Großstädten nur um etwa 25 % höher als in kleineren, großstadtfernen Orten, da diese Arbeitskräfte - wie gezeigt - überwiegend ehemalige Facharbeiter sind und auch in isoliert liegenden Betrieben noch in größerem Umfang aus den vom Betrieb selbst ausgebildeten Facharbeitern rekrutiert werden können.¹⁾

Das höhere Angebot an Ingenieuren und auch Technikern mit Examen in Großstädten kann zweierlei Konsequenzen haben:

- o Betriebe in kleineren Orten und insbesondere in Großstadtferne setzen unter sonst gleichen Bedingungen - das heißt, vor allem bei gleichem und gleichartigem Bedarf - mehr sonstige technische Angestellte ein als Ingenieure; diese Arbeitskräfte müssen dann auch einen Gutteil der Funktionen übernehmen, die anderswo Ingenieuren übertragen werden.
- o Die Betriebe passen ihre Struktur dem Arbeitskräfteangebot an; Fertigungen, die besonders viel hochqualifizierte

1) Nicht ohne Interesse ist die Lage bei den "Ingenieuren mit anderer Vorbildung", bei denen es sich überwiegend (wenngleich nicht in ihrer Gesamtheit) um besonders qualifizierte ehemalige technische Angestellte handelt, die im Betrieb zu Ingenieuren ernannt wurden; ihr Anteil schwankt ähnlich wie bei den Diplom-Ingenieuren, wohl deshalb, weil die Ernennung zum Ingenieur auch mit der Absicht erfolgte und erfolgt, besonders wertvolle Arbeitskräfte ohne formale Ausbildung den anderen Ingenieuren gleichzustellen, also tendenziell um so häufiger geschehen dürfte, je mehr Ingenieure sonst im Betrieb beschäftigt sind.

technische Arbeitskräfte verlangen, können überwiegend nur in der Stadt entstehen bzw. expandieren, während Standorte auf dem Land Fertigungen vorbehalten bleiben, die weniger Arbeitskräfte mit hoher formaler Qualifikation benötigen.

Beides läßt sich am deutlichsten an den Entwicklungs- und Konstruktionsbüros demonstrieren.

Tabelle IV/4

Regionale Lage und technisches Personal in Entwicklung und Konstruktion (je 100 Beschäftigte)

Technisches Personal	Betriebe in Großstädten	Großstadt-nähe	Großstadt-ferne	Größte Differenz in % des Durchschnitts aller Betriebe
Hochschul-Ingenieure	0,55	0,34	0,28	64 %
Fachschul-Ingenieure	2,89	1,98	1,48	64 %
Sonstige Ingenieure	0,54	0,48	0,27	63 %
Ingenieure insgesamt	3,98	2,80	2,03	64 %
Techniker mit Examen	1,64	1,53	1,13	35 %
Sonstige techn. Ang.	3,41	3,20	2,50	19 %
Techn. Pers. insgesamt	9,03	7,54	5,66	48 %

Einmal sind in Betrieben in Großstädten die Entwicklungs- und Konstruktionsbüros mit einem Anteil von 9,0 % (technisches Personal insgesamt) an den Beschäftigten sehr viel größer als in Großstadtferne, wo ihr technisches Personal nur 5,7 % der Beschäftigten stellt: Betriebe in Großstadtferne betreiben also weniger Aufwand für Konstruktions- und Entwicklungsarbeit als Betriebe in der Großstadt.

Zum anderen ist jedoch der Anteil der Ingenieure am gesamten technischen Personal in Entwicklung und Konstruktion

in der Großstadt mit 44 % spürbar höher als auf dem Land (36 %). In den - kleineren - Entwicklungs- und Konstruktionsbüros der Betriebe in Großstadtferne werden mehr technische Angestellte und weniger Ingenieure (vor allem weniger Diplom-Ingenieure) eingesetzt als in den - größeren - Büros gleicher Art in der Großstadt.

These 14:

Am technischen Personal der einzelnen "Einsatzbereiche" eines Betriebs ist der Ingenieuranteil um so geringer, je größer das aktuelle oder potentielle Angebot an sonstigem Personal mit verwertbaren Qualifikationen ist.

In Kapitel III (These 10, Tabelle III/9) hatte sich gezeigt, daß im technischen Personal der Produktionsabteilungen die sonstigen technischen Angestellten (vor allem Meister, Arbeitsvorbereiter, Kalkulatoren u.ä.) mit etwa 75 % rund doppelt so stark vertreten sind wie in den anderen Teilen der Betriebe (etwa 40 %), daß hingegen der Anteil der Ingenieure am technischen Personal und der Anteil der Diplom-Ingenieure an den Ingenieuren sehr viel geringer ist; in den Produktionsabteilungen sind nur 14 % des technischen Personals Ingenieure gegenüber 42 % in den anderen Einsatzbereichen; von den Ingenieuren in den Fertigungsabteilungen hat etwa jeder zwölfte eine Hochschulausbildung gegenüber jedem sechsten Ingenieur in den anderen Abteilungen.

Diese Struktur läßt sich zunächst - so lautete die These 10 in Kapitel III - durch unterschiedlichen qualitativen Bedarf erklären: In den Produktionsabteilungen sind die zu lösenden technischen Probleme überwiegend praktischer Natur, in den übrigen Einsatzbereichen, vor allem in den Entwicklungs- und Konstruktionsbüros, in sehr viel höherem Maß theoretisch-abstrakter Art. Die typische Qualifikation der "sonstigen technischen Angestellten", nämlich eine praktische Ausbildung als Facharbeiter und lange Erfahrung im Beruf und im Betrieb, entspräche dann sehr viel mehr den in der Praxis der Fertigung auftretenden Problemen, während etwa die technischen Aufgaben in Entwicklung und Konstruk-

tion zu ihrer Bewältigung eine intensive und formalisierte theoretisch-wissenschaftliche Ausbildung verlangt. Doch erscheint eine ausschließliche Erklärung der unterschiedlichen Qualifikationsstruktur des technischen Personals in Produktionsabteilungen einerseits, in den übrigen Betriebsabteilungen andererseits in der Bedarfsperspektive, wie schon in Kapitel III angedeutet, unbefriedigend.

In der Tat bestehen in den einzelnen Abteilungen auch sehr verschiedene Angebots- und Rekrutierungssituationen.

In den Produktionsabteilungen, deren Belegschaft sich in fast allen Betrieben des deutschen Maschinenbaus zu einem großen, meist mehrheitlichen Teil aus Facharbeitern zusammensetzt (die vielfach in den Betrieben selbst mit insgesamt recht hohen Kosten ausgebildet wurden), besteht in Gestalt dieser Facharbeiter ein Rekrutierungsreservoir für technische Aufgaben, das durch Weiterbildung und Förderung mobilisiert werden kann.

Ein vergleichbares Reservoir gibt es weder in den Konstruktions- und Entwicklungsbüros noch in anderen Teilen des Betriebs.

In Konstruktion und Entwicklung kann der Betrieb komplementär zu Ingenieuren und Technikern mit formaler Ausbildung und Examen allenfalls technische Zeichner und ähnliche Arbeitskräfte (z.B. Assistentinnen) einsetzen, die jedoch ihrerseits eine mehrjährige Ausbildung durchlaufen haben müssen und dann den Ingenieuren und Technikern mit Examen an theoretisch-technischem Wissen eindeutig unterlegen, aber an Erfahrung nicht überlegen sind.

In Unternehmensleitung, Vertrieb und sonstigen Abteilungen ist es allenfalls möglich, ehemalige Produktionsfacharbeiter zu technischen Angestellten zu machen, doch fehlt diesen hier zur Übernahme technischer Aufgaben sehr viel mehr (zum Beispiel an kaufmännischen Kenntnissen oder an Sicherheit im Auftreten und im Umgang mit betriebsfremden Personen)

als zur Übernahme technischer Aufgaben in den Produktionsabteilungen.

Es entspricht also nur einem Gebot der Vernunft, wenn die Betriebe in den Produktionsabteilungen und den produktionsnahen technischen Stäben nur insoweit Ingenieure - die kostspieliger sind, deren Angebot von der Leistungsfähigkeit des Bildungssystems abhängt und sich nur in relativ langen Zeiträumen verändern kann, und die dann außerdem meist noch praktisch-betriebliche Erfahrungen erwerben müssen - einsetzen, als die entsprechenden Aufgaben nicht von zu Angestellten beförderten ehemaligen Facharbeitern verrichtet werden können. In traditionellen ökonomischen Begriffen würde dies bedeuten, daß in den Fertigungsabteilungen die Betriebe den offensichtlich recht breiten Substitutionsspielraum zwischen technischem Personal mit und ohne Ingenieurausbildung weitgehend zugunsten letzterem ausnutzen. Demgegenüber kann es sehr wohl sein, daß in Konstruktion und Entwicklung wie in Unternehmensleitung und Vertrieb heute mehr Ingenieure beschäftigt werden, als dies der Fall wäre, wenn die Betriebe hier über ein größeres Reservoir an Arbeitskräften verfügten, aus dem man technische Angestellte ohne kostspielige, intensive und risikoreiche Weiterbildung rekrutieren könnte.

Offen bleibt hierbei, wie groß der Substitutionsspielraum tatsächlich ist. Um diese - zweifellos für Bildungsplanung wie Personalpolitik höchst wichtige - Frage zu beantworten, ließen sich verschiedene analytische Konstruktionen denken, die jedoch jeweils sehr viel intensivere oder breitere Erhebungen erfordert hätten, als im Rahmen dieser Untersuchung möglich waren:

- o Eine detaillierte vergleichende Analyse der Qualifikationsanforderungen in Produktionsbetrieben einerseits, den anderen betrieblichen Abteilungen, insbesondere Entwicklung und Konstruktion, andererseits; hierdurch ließe sich dann konkret ermitteln, in welchem Maß die verschiedenen Qualifikationsstrukturen des technischen Personals in Produktionsabteilungen und produktionsnahen technischen

Stellen einerseits, Entwicklungs- und Konstruktionsbüros andererseits durch verschiedenen qualitativen Bedarf oder aber durch verschiedene Angebote bestimmt sind;

- o vergleichende Untersuchungen der Qualifikationsstruktur des technischen Personals in den wichtigsten Einsatzbereichen verschiedener Industrien und Betriebstypen, die vor allem in verschiedenem Umfang Facharbeiter beschäftigen; insoweit die Angebotshypothese zur Erklärung dieser Strukturen zutrifft, müßten in Betrieben mit einem geringeren Facharbeiteranteil wesentlich mehr Ingenieure und gegebenenfalls Techniker mit Examen in den Produktionsabteilungen beschäftigt werden als beispielsweise im Maschinenbau.

Einige Hinweise auf das Maß, in dem die Qualifikationsstruktur des technischen Personals in den Produktionsbetrieben des Maschinenbaus durch das Angebot bzw. den Bedarf bestimmt ist, lassen sich allerdings auch aus dem verfügbaren statistischen Material gewinnen:

1. Die "sonstigen technischen Angestellten" stellen in Betrieben in der Großstadt (wo, wie erinnernlich, angenommen werden darf, daß das Angebot an Arbeitskräften mit hoher formaler Qualifikation wesentlich höher ist) nur 70 % der technischen Angestellten in Produktionsabteilungen, in den restlichen Betrieben hingegen 77 %. Die Ingenieure sind im einen Fall mit 15,1 %, im anderen Fall nur mit 13,7 % im technischen Personal der Produktionsbetriebe vertreten; Techniker mit Examen im einen Fall mit 14,7 %, im anderen mit 9,5 %.¹⁾

1) Die Zahl der "sonstigen technischen Angestellten" je 100 Arbeiter ist in der Großstadt und in kleineren Orten praktisch gleich; in der Großstadt werden also mehr Ingenieure und Techniker mit Examen zusätzlich eingesetzt.

Unterstellt man einmal, daß der qualitative Bedarf an technischem Personal in den Produktionsabteilungen der großstädtischen Betriebe insgesamt nicht anders ist als im Rest des deutschen Maschinenbaus, unterstellt man weiterhin, daß unabhängig von der Lage das Reservoir an Facharbeitern, aus denen technisches Personal ohne formale technische Qualifikation rekrutiert werden kann, gleich groß ist, so ist der verschiedene Anteil von und Bestand an Ingenieuren und examinierten Technikern eindeutig eine Konsequenz verschiedenen Angebots an technischem Personal mit formaler Qualifikation.

2. Mit wachsender Betriebsgröße sinkt der Anteil von "sonstigen technischen Angestellten" am gesamten technischen Personal in den Produktionsabteilungen von 78 % auf 73 %. Komplementär hierzu erhöht sich der Anteil der Ingenieure am technischen Personal von 12 % auf 16 % in den größten Betrieben und der Anteil der Diplom-Ingenieure an allen Ingenieuren von 6 % in Betrieben bis 300 Beschäftigte auf 10 % in den Großbetrieben mit mehr als 1000 Beschäftigten. Auf je 100 Ingenieure und technische Angestellte in der Produktion entfallen also in Klein- und Mittelbetrieben nur 0,7, in Großbetrieben über 1000 Beschäftigte hingegen 1,6 Diplom-Ingenieure.

Auch dies verweist auf die Wirkung von Angebotsfaktoren, da es Großbetrieben unter sonst gleichen Bedingungen sicherlich leichter ist, Ingenieure für Produktionsaufgaben zu rekrutieren als mittleren und kleineren Betrieben, die in stärkerem Maß gezwungen sind, auf das in allen Betrieben wohl etwa gleiche Angebot an Facharbeitern zurückzugreifen.

3. Unterschiede im Fertigungsverfahren - die ja am ehesten unterschiedliche qualitative Anforderungen an das technische Personal in der Produktion indizieren müßten - haben keinen eindeutigen Einfluß auf die Qualifikationsstruktur des technischen Personals in den Produktionsabteilungen.

Dies stützt ex contrario die Vermutung, daß Verschiedenheiten dieser Struktur weniger von unterschiedlichem Bedarf

als von unterschiedlichem Angebot (bzw. Nachfrage-Angebots-Relationen) verursacht werden.

These 15:

Je besser die einzelnen Teile des deutschen Maschinenbaus vom Ausbildungssystem mit Arbeitskräften beliefert werden, welche die jeweils benötigte Spezialqualifikation besitzen, desto mehr von diesen Arbeitskräften werden unter sonst gleichen Bedingungen beschäftigt.

Wenn das Angebotsaxiom vernünftig ist und wenn das Ausbildungssystem - vor allem bei den kostspieligsten und längsten Ausbildungsgängen - nur partiell und mit erheblichen Verzögerungen auf veränderten Bedarf (zum Beispiel der einzelnen Teile des deutschen Maschinenbaus) an Spezialqualifikationen reagiert, müßte sich die hierdurch erzeugte unterschiedliche Versorgungslage auch in unterschiedlichem Einsatz hochqualifizierten technischen Personals (komplementär oder substitutiv zum restlichen technischen Personal) niederschlagen.

Diese These setzt zu ihrer Anwendung auf den deutschen Maschinenbau eine Analyse des Ausbildungssystems voraus, die im Rahmen dieser Untersuchung nur annäherungsweise und nur für die Technischen Hochschulen möglich war.

Deutsche Technische Hochschulen sind wie alle deutschen Universitäten innerhalb der Fakultäten primär nach Lehrstühlen bzw. Instituten gegliedert, die entweder einem einzelnen Lehrstuhl zugeordnet sind oder an denen mehrere Lehrstühle partizipieren.

Lehrstühle und Institute sind die Träger des Unterrichts, das heißt, sie bestimmen vor allem in den höheren Semestern in beträchtlichem Maß das konkrete Angebot an Lehrstoff.

Ein Teil dieser Lehrstühle und Institute untersucht und lehrt auf Gebieten, die für alle Ingenieure bzw. für alle Ingenieure der Fachrichtung Maschinenbau von Bedeutung sind. Ein erheblicher Teil ist jedoch auf Technologien und technische Prinzipien spezialisiert, die jeweils nur für einzelne Fachzweige des Maschinenbaus von unmittelbarer Bedeutung sind.

An den einzelnen Technischen Hochschulen ist je nach Tradition, den Spezialqualifikationen der Ordinarien bzw. dem Einfluß wichtiger Industriebetriebe in ihrer Nähe das Lehrangebot an Spezialwissen dieser Art verschieden; manche Technologien werden nur an einzelnen Hochschulen gelehrt; andere sind an allen Hochschulen vertreten; in einigen Fällen gibt es an einer oder mehreren Technischen Hochschulen jeweils mehrere Lehrstühle und Institute, die Spezialwissen für einen Fachzweig vermitteln.

Je nachdem, ob das entsprechende Spezialgebiet an einer bestimmten Technischen Hochschule überhaupt nicht, wenig oder stark vertreten ist, können dann auch die Studierenden dieser Hochschule in mehr oder minder großem Maß die entsprechenden Spezialqualifikationen erwerben.

Allerdings ist eine Zuordnung der Lehr- und Arbeitsgebiete einzelner Lehrstühle und Institute einerseits, der Spezialqualifikationen, die von den Ingenieuren in den einzelnen Fachzweigen des Maschinenbaus erfordert werden andererseits, aus unmittelbar einsichtigen Gründen nur annäherungsweise möglich.

In diesem Sinn wurde für die neun Technischen Hochschulen, in denen 1968 bereits Lehrbetrieb stattfand (Aachen, Berlin, Braunschweig, Clausthal-Zellerfeld, Darmstadt, Hannover, Karlsruhe, München und Stuttgart) eine Liste derjenigen Lehrstühle und Institute zusammengestellt, die jeweils für die einzelnen Fachzweige des deutschen Maschinenbaus unmittelbar und mittelbar relevante Spezialgebiete bearbeiten und Spezialqualifikationen vermitteln.¹⁾

Bezieht man die Zahl der auf die Technologien des jeweiligen Fachzweigs spezialisierten Lehrstühle und Institute auf die Zahl der Beschäftigten des Fachzweigs, so läßt sich hieraus ein - allerdings recht angenäherter - Indikator für

1) Der Versuch, eine analoge Analyse für die deutschen Ingenieurschulen vorzunehmen, scheiterte einmal wegen der großen Zahl dieser Schulen (65 Ingenieurschulen in der Fachrichtung Maschinenbau), zum anderen, weil ausreichend detaillierte Informationen über die Struktur des Lehrstoffs in den einzelnen Ingenieurschulen nur mit nicht vertretbarem Aufwand zu beschaffen gewesen wären. Bei einem solchen Versuch wäre übrigens zu berücksichtigen, daß an der Masse der Ingenieurschulen nur allgemeiner Maschinenbau mit einem weitgehend gleichen Programm gelehrt wird, wogegen einige Schulen Maschinenbauingenieure ausbilden, deren Qualifikation stark auf die Technologie einzelner Fachzweige ausgerichtet ist (wie z.B. Holzbearbeitungsmaschinen, Druck- und Papiermaschinen usw.); hier wäre dann jeweils auch die Zahl der Studierenden pro Schule und Fachrichtung Maschinenbau zu berücksichtigen gewesen.

seine "Versorgung" mit Diplom-Ingenieuren der Fachrichtung Maschinenbau errechnen, die eine entsprechende Spezialqualifikation besitzen. Bei der Berechnung dieses Indikators wurden unmittelbar einschlägige Lehrstühle und Institute mit 1,0, mittelbar einschlägige Einrichtungen mit 0,5 Punkten bewertet.¹⁾

Dieser Versorgungsindikator weist für die einzelnen Teile des deutschen Maschinenbaus sehr verschiedene Werte auf.

Die 21 größeren der 34 statistisch ausgewiesenen Fachzweige (die zusammen fast 90 % aller Arbeitskräfte beschäftigen) lassen sich nach drei Gruppen ordnen:

In der ersten Gruppe bestehen an den neuen deutschen Technischen Hochschulen mindestens drei spezialisierte Lehrstühle bzw. Institute je 10 000 Beschäftigte (56 unmittelbar und 32 mittelbar interessierende Einrichtungen für zusammen 184 000 Beschäftigte).

In der zweiten Gruppe liegt dieser Wert zwischen 1 und 2 (34 und 7 für zusammen 265 000 Beschäftigte).

Für die Spezialtechnologien der dritten Gruppe gibt es, bezogen auf je 10 000 Beschäftigte, nicht einmal einen unmittelbar einschlägigen bzw. zwei mittelbar einschlägige Lehrstühle und Institute (insgesamt nur 17 und 23 für zusammen 493 000 Beschäftigte).

Gemäß dem Angebotsaxiom müßten nun die Fachzweige in diesen drei Gruppen in deutlich verschiedenem Umfang Diplom-Ingenieure beschäftigen, sowohl gemessen am gesamten technischen Personal wie auch an der Gesamtheit der Ingenieure. Diese Hypothese erweist sich als richtig.

1) Dieser Indikator muß notwendigerweise unterstellen, daß die Ausbildungsquote für alle Lehrstühle und Institute gleich ist, das heißt, daß jeder Lehrstuhl bzw. jedes Institut jeweils eine gleiche Anzahl von Diplom-Ingenieuren der Fachrichtung Maschinenbau mit entsprechenden Spezialkenntnissen ausbildet. Diese Unterstellung ist sicherlich problematisch, jedoch unvermeidlich, wenn man nicht in eine sehr aufwendige Analyse des Hochschulsystems eintreten will.

Tabelle IV/5

"Versorgung" durch die Technischen Hochschulen mit Spezialqualifikationen und Einsatz von Hochschul-Ingenieuren
(alle Fachzweige mit 10 000 und mehr Beschäftigten)

Fachzweige mit	Besch. in 1000 ¹⁾	Institute und Lehrstühle an deutschen Techn. Hochschulen unmitt. einschl. mittel- insges. je 10000 einschl. einschl. abs. ²⁾ Besch.				Hochschul-Ingenieure in % d. techn. Ingen. Pers.	
guter Versorgung	184,0	56	32	72,0	3,9	5,5	16,1
mittlerer Versorgung	265,0	34	7	37,5	1,4	4,1	12,5
schlechter Versorgung	493,0	17	23	28,5	0,6	3,3	12,8

1) Annäherungswerte nach der Statistik des VDMA, Ende 1968.

2) Unmittelbar einschlägige Lehrstühle und Institute werden voll, mittelbar einschlägige zur Hälfte gerechnet.

Obwohl, wie gesagt, die "Versorgung" nur sehr grob indiziert werden konnte, obwohl sich der Versorgungsindikator nur auf Ingenieure der Fachrichtung Maschinenbau beschränken konnte, während die Ingenieur-"Dichte" auf alle Diplom-Ingenieure bezogen ist (von denen ja im Durchschnitt des Maschinenbaus 20 % und in einigen Fachzweigen noch wesentlich mehr einer anderen Fachrichtung angehören), obwohl zwischen der heutigen Versorgungslage und dem heutigen Bestand logisch keine unmittelbare Beziehung besteht, weil die Masse der heute beschäftigten Ingenieure ja schon vor längerer Zeit die Technische Hochschule verlassen hat, ist der Einfluß des Angebots an Spezialwissen an den Technischen Hochschulen auf den Einsatz von Diplom-Ingenieuren sehr deutlich zu erkennen.

Im Durchschnitt der (sechs) Fachzweige, deren Spezialtechnologien auf den Technischen Hochschulen besonders gut vertreten sind, sind 5,5 % des technischen Personals Hochschul-Ingenieure und hat jeder sechste Ingenieur eine akademische Ausbildung.

In den (zehn in der Tabelle berücksichtigten) Fachzweigen, deren Spezialtechnologien, gemessen an ihrer Beschäftigungs-

zahl, an den Technischen Hochschulen wenig gelehrt wird, sind nur 3,3 % des technischen Personals Hochschul-Ingenieure und hat nur jeder achte Ingenieur eine akademische Ausbildung.

Dieser Unterschied läßt sich auch nicht damit erklären, daß eben die besonders gut versorgten Fachzweige technisch besonders anspruchsvoll seien. So haben einige der Fachzweige, die in der Nachkriegszeit in großer Zahl neue Maschinentypen mit zum Teil sehr komplizierter Technologie angeboten haben und Industrien ausrüsten, in denen sich rapide, tiefgreifende technologische Umstellungen vollzogen haben (z.B. Büromaschinen, Nahrungsmittelmaschinen oder Textilmaschinen) nicht nur gemeinsam, daß ihre besonderen Probleme im Lehrstoffangebot der Technischen Hochschulen wenig berücksichtigt werden, sondern auch, daß die Anteile der Diplom-Ingenieure am gesamten technischen Personal und an allen Ingenieuren eindeutig unter dem Durchschnitt liegen.

Eher lassen sich noch die Unterschiede zwischen den Fachzweigen auf verschiedenes Wachstumstempo und auf Unterschiede in der Neuartigkeit ihrer Fertigungen und der in sie eingehenden Technologien erklären: So hat sich offensichtlich der Ausbildungsbedarf in manchen Spezialqualifikationen noch nicht ausreichend im Lehrstoffangebot der Hochschulen niedergeschlagen. Gleichzeitig wird der Bestand der entsprechenden Fachzweige an Diplom-Ingenieuren dadurch beeinträchtigt, daß der von der Expansion verursachte hohe zusätzliche Bedarf erst langsam gedeckt werden kann. (Dies dürfte zum Beispiel beim Bau von Gummi- und Kunststoffmaschinen der Fall sein, wie umgekehrt Landmaschinen trotz recht schlechter "Versorgung" einen ziemlich hohen Bestand an Diplom-Ingenieuren haben, weil in diesem Fachzweig mit sinkender Beschäftigung eher ein negativer zusätzlicher Bedarf besteht.)

Im übrigen ist hier noch zu berücksichtigen, daß ja die einzelnen Fachzweige wegen der verschiedenen technologischen Struktur der Erzeugnisse nicht in gleichem Maß darauf an-

gewiesen sind, daß ihre Diplom-Ingenieure besondere Kenntnisse an der Hochschule vermittelt erhielten; so können manche Fachzweige ihren Bedarf an Ingenieuren leichter als andere aus dem recht großen Reservoir von Diplom-Ingenieuren der Fachrichtung Maschinenbau ohne besondere Spezialkenntnisse decken oder auf Ingenieure anderer Fachrichtung ausweichen.

Bedauerlicherweise war es, wie schon gesagt, nicht möglich, eine komplementäre Analyse für Fachschul-Ingenieure durchzuführen. Nur dann hätte man die sehr wichtige Frage klären können, wo und in welchem Umfang Substitution von Diplom-Ingenieuren gegen Fachschul-Ingenieure und umgekehrt eintritt, weil die entsprechende Spezialqualifikation an den Technischen Hochschulen oder aber an den Ingenieurschulen besser gelehrt wird.¹⁾

4. Zusammenfassung

Das am Ende von Kapitel II eingeführte Axiom, demzufolge der Einsatz von technischem Personal auch vom Angebot bestimmt wird, war analytisch fruchtbar.

Dabei zeigte sich, daß unterschiedliche oder variierende Angebotslagen kurz- wie langfristig stärker auf den Anteil der Ingenieure (und hier wiederum der Diplom-Ingenieure) am technischen Personal als auf dessen Gesamtbestand wirken:

Das mit Beginn der sechziger Jahre deutlich vermehrte Angebot an Ingenieuren korreliert mit einer erheblichen Vermehrung des Ingenieurbestands im deutschen Maschinenbau, für

1) Manches spricht dafür, daß beim Bau von Textilmaschinen, Holzbearbeitungsmaschinen sowie Druck- und Papiermaschinen ein relativ reicheres Angebot an Fachschul-Ingenieuren als an Hochschul-Ingenieuren besteht, während das Umgekehrte wohl bei Kraftmaschinen der Fall ist.

die es nicht möglich war, aus den Entwicklungsdaten des Wirtschaftszweigs - in der Bedarfsperspektive - plausible Gründe zu finden.

In Großstädten, wo das Angebot an hochqualifiziertem Personal größer ist, wird offensichtlich eine Reihe von Aufgaben von Ingenieuren verrichtet, die in kleineren Orten Technikern, Meistern oder sonstigen technischen Angestellten übertragen werden (oder vorbehalten bleiben).

In den meisten Fachzweigen, deren spezielle Technologie im Lehrprogramm für Maschinenbauingenieure an den Technischen Hochschulen besonders gut berücksichtigt ist, werden wesentlich mehr Diplom-Ingenieure eingesetzt als in den anderen Fachzweigen - vor allem gemessen am gesamten technischen Personal, zum Teil aber auch im Verhältnis zu den sonstigen Ingenieuren.

Demgegenüber wird der Gesamtbestand an technischem Personal von Angebotsfaktoren weniger beeinflusst, obwohl er beispielsweise in stark wachsenden Betrieben, die eine hohe zusätzliche Nachfrage haben, welche zumindest nicht sofort gedeckt werden kann, etwa 20 % niedriger liegt als in Betrieben mit deutlich rückläufigen Beschäftigtenzahlen, und obwohl in Großstädten auch die Ausstattung der Betriebe mit technischen Angestellten ohne Ingenieurausbildung deutlich besser ist als in kleineren Orten.

Die Tatsache, daß die in dem verfügbaren statistischen Material aus dem deutschen Maschinenbau operationalisierbaren Angebotsfaktoren vor allem die Quote an Ingenieuren und Diplom-Ingenieuren beeinflussen, muß selbst wiederum unter der Angebotshypothese interpretiert werden:

Während die Masse der Betriebe des deutschen Maschinenbaus bei der Rekrutierung von technischen Angestellten ohne formale Qualifikation als Ingenieur auf ein großes Reservoir an Facharbeitern zurückgreifen kann, das im Rahmen der durch ihre Allgemeinbildung und Ausbildung und ihren bisherigen

Berufsweg relativ risikolos durch Weiterbildung, Förderung und Beförderung mobilisiert werden kann, sind Ingenieure nur über den Arbeitsmarkt bzw. am Ende einer langen formalisierten Ausbildung rekrutierbar; die Betriebe haben infolgedessen sehr viel weniger Möglichkeiten, bei wachsendem Bedarf auf das Angebot Einfluß zu nehmen; auch ist jeder Versuch dieser Art mit sehr viel mehr Unsicherheiten belastet.

Die Bedeutung des innerbetrieblichen Rekrutierungsreservoirs für technisches Personal wird vor allem sichtbar, wenn man seine verschiedenen Qualifikationsstrukturen in den Produktionsabteilungen einerseits, in den restlichen Teilen des Betriebs andererseits betrachtet. Daß in den Produktionsabteilungen weit mehr ehemalige Facharbeiter ohne zusätzliche formale Qualifikation technische Aufgaben verrichten, daß hier - gemessen am sonstigen technischen Personal - besonders wenig Ingenieure und vor allem ganz besonders wenig Diplom-Ingenieure beschäftigt sind, hängt zwar sicherlich auch mit der Art der vom technischen Personal zu bewältigenden Aufgaben zusammen, die in großem Umfang praktischer Natur sind; dennoch ist, zumindest bis zum Beweis des Gegenteils (der nur durch vergleichende Untersuchungen in ganz anders strukturierten Industrien erbracht werden könnte) anzunehmen, daß hier eben auch das in den Fertigungsabteilungen existierende, unmittelbar für technische Aufgaben mobilisierbare Facharbeiterpotential eine erhebliche Rolle spielt.

Die große Bedeutung unterschiedlichen oder variierenden Angebots an Ingenieuren für den Ingenieurbestand begründet die Vermutung, daß in der Industrie - zumindest im deutschen Maschinenbau - ein erheblicher Resorptionsspielraum für ein vermehrtes Angebot an Ingenieuren besteht. Zugleich erweist sich jedoch, daß die Ausnutzung dieses Spielraums in beträchtlichem Maß Substitutionsprozesse zwischen technischem Personal mit und ohne ingenieurmäßige Ausbildung impliziert, was wiederum erhebliche Rückwirkungen auf das technische Gesamtpotential des Betriebs und die Berufsperspektiven der Nichtingenieure, vor allem der heutigen und der ehemaligen Facharbeiter, haben kann.

Zusammenfassung und vorläufige Schlußfolgerungen

Die im Laufe der sechziger Jahre mit dem Ziel entwickelten ökonomischen Modelle und Ansätze, anhand der Prognose zukünftigen Bedarfs an hochqualifiziertem Personal Orientierungsgrößen für die Bildungsplanung und insbesondere für die Expansion der Hochschulen zu liefern, erweisen sich als einigermaßen unzulänglich, wenn man versucht, mit ihrer Hilfe den gegenwärtigen Bestand an Ingenieuren im deutschen Maschinenbau und seine Entwicklung in den letzten eineinhalb Jahrzehnten zu erklären. Offensichtlich sind diese Modelle und Forschungsansätze mit Schwächen behaftet, die zu überwinden dringend notwendig ist.

In dieser Perspektive wurden zunächst zwei neue Axiome eingeführt, aus denen dann Arbeitshypothesen abgeleitet werden konnten, auf die hin sich das statistische Material strukturieren ließ:

1. Der Bedarf an Arbeitskräften einer bestimmten Kategorie wird von verschiedenen Faktoren und Gesetzmäßigkeiten bestimmt, je nachdem, bei welchem Typ von Produktionsprozessen diese Arbeitskräfte eingesetzt werden oder eingesetzt werden sollen, bzw. wie die von ihnen zu erbringenden Leistungen zeitlich-sachlich mit dem Ausstoß des Betriebs verknüpft sind.

Dieses sogenannte Prozeß-Axiom konnte zwar anhand der vorliegenden Statistiken aus dem deutschen Maschinenbau nur grob und sehr angenähert - nämlich anhand der Unterscheidung von drei Einsatzbereichen: Entwicklungs- und Konstruktionsbüros; Fertigungsabteilungen sowie die ihnen zugeordneten Hilfsdienste und technische Stäbe; Unternehmensleitung, allgemeine Verwaltung und Vertrieb - operationalisiert werden, erwies sich jedoch bereits in dieser Form als analytisch sehr fruchtbar.

2. Der Bestand an Arbeitskräften einer bestimmten Kategorie spiegelt nicht unmittelbar den Bedarf, sondern in einem erheblichen Maß auch das Angebot wider, auf das die Betriebe bei der Deckung des Bedarfs zurückgreifen können.

Dieses Axiom brachte zwar in erster Instanz eine Erschwerung in Analyse und Interpretation, da seine Einführung dazu zwang, den Bedarf nur mehr als analytische, nicht mehr unmittelbar beschreibbare Größe zu verstehen, ermöglichte jedoch in zweiter Instanz die Erklärung von Phänomenen, die - argumentiert man nur in der Bedarfsperspektive - unverständlich bleiben müssen.

Bei der Analyse der Informationen aus dem deutschen Maschinenbau anhand dieser beiden Axiome und einiger aus ihnen deduzierbarer Arbeitshypothesen drängt sich eine weitere, recht grundlegende Modifikation des klassischen Manpower-Ansatzes auf, die zumindest implizit in den einzelnen Argumentationen der vorangegangenen Kapitel axiomatischen Charakter gewann:

3. Die Einflußgrößen und Gesetzmäßigkeiten des Bedarfs lassen sich in aller Regel nicht unmittelbar für Ingenieure als den formal hochqualifiziertesten Teil des technischen Personals, sondern nur für das technische Personal in seiner Gesamtheit definieren; der Ingenieurbedarf erscheint in dieser Perspektive als eine abgeleitete Größe, die sich einerseits aus dem Bedarf an technischem Personal insgesamt, zum anderen aus der jeweiligen Zuweisung von technischen Funktionen zu technischem Personal verschiedener und vor allem verschieden hoher formaler Qualifikation ergibt.

Dieses Axiom impliziert also die Existenz einer recht breiten Substitutionsmarge zwischen Ingenieuren und sonstigem technischem Personal (wobei die reale Struktur der Bestände dann in erheblichem Umfang vom relativen Angebot an Arbeitskräften der einen oder anderen Art abhängt).

Trotz Vorbehalte prinzipieller Natur, die - wegen der Qualität des statistischen Materials oder weil es nicht gelungen war, ein dem Material und der Fragestellung adäquates Verfahren der Signifikanzprüfung bis zur praktischen Anwendungsreife zu entwickeln - gegen die Stichhaltigkeit der einzelnen Ableitungen gemacht werden müssen, ergibt doch eine Analyse des Materials anhand der aus diesen Axiomen abgeleiteten Arbeitshypothesen alles in allem ein recht konsistentes und klares Bild.

1. Ermittelte Bedarfsfaktoren

In den Produktionsabteilungen sowie in Unternehmensleitung und Vertrieb (einschließlich sonstiger Dienststellen außerhalb der Entwicklungs-, Projektierungs- und Konstruktionsbüros) ist im deutschen Maschinenbau der Bedarf an technischem Personal primär abhängig von der Zahl der dort jeweils beschäftigten Personen; da in der Masse der Betriebe des deutschen Maschinenbaus Arbeitsproduktivität und Kapitalintensität nicht sehr stark variieren, da fernerhin Informationen über Kapitaleinsatz, Brutto- bzw. Nettoproduktionswert und Umsatz einzelner Betriebe nicht zu beschaffen waren, ließ sich nicht ermitteln, ob die Zahl der beschäftigten Arbeiter bzw. kaufmännischen Angestellten die originäre Ursache des Bedarfs an technischem Personal ist oder selbst nur wieder stellvertretend für Netto- oder Bruttoproduktion des Betriebs steht.

In allen diesen Teilen des Betriebs, in denen Ingenieure und sonstige technische Angestellte jeweils nur eine kleine Minderheit der beschäftigten Arbeitskräfte darstellen (im Einsatzbereich Produktion entfallen im gesamten Maschinenbau auf je 100 Arbeiter knapp 8 technische Angestellte und Ingenieure, im Einsatzbereich Unternehmensleitung und Vertrieb auf je 100 kaufmännische Angestellte rund 9 technische Angestellte und Ingenieure) scheint es einen Mindestbedarf an technischem Personal zu geben; nur in Extremfällen liegen die Bestände unter diesen Minimalwerten.

Der Bedarf kann sich in der Masse der Betriebe bis etwa auf das Doppelte erhöhen:

- o In den Produktionsabteilungen, wenn die in der Fertigung zu lösenden technischen Aufgaben besonders schwierig sind und die Produktionsweise durch einen überdurchschnittlichen Grad an Rationalisierung, Planung und wohl auch Mechanisierung gekennzeichnet ist;
- o in Unternehmensleitung und vor allem Vertrieb, wenn die Produkte oder die Beziehungen auf dem Absatzmarkt eine besonders intensive technische Betreuung und Beratung der Kunden notwendig machen und diese nicht durch einen von den Produktionsbetrieben unabhängigen Vertriebsapparat übernommen wird.

Erst parallele Untersuchungen in anderen Industriezweigen können Aufschluß darüber geben, ob die im deutschen Maschinenbau vorgefundene Situation für das Gros der Industriebetriebe, gleich welcher Fertigung, typisch ist bzw. welche konkreten Produktions- bzw. Absatzbedingungen in welchem Umfang anderen Bedarf an technischem Personal erzeugen.

Grundlegend anders sind die Gesetzmäßigkeiten, die den Bedarf an technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion bestimmen.

Dieser Bedarf hängt - unterstellt man zunächst gleiche und unveränderte Arbeitsproduktivität des hier beschäftigten technischen Personals - einmal ab von dem notwendigen Entwicklungs- und Konstruktionsaufwand je Erzeugnistyp; je mehr technisches Wissen und technische Fertigkeiten in die Entwicklung neuer Erzeugnisse und in die Erstellung der notwendigen Fabrikationsunterlagen investiert werden müssen, desto größer müssen - gemessen an der Gesamtbeschäftigung des Betriebs, die wiederum im deutschen Maschinenbau in etwa die Nettoproduktion indizieren dürfte - die Entwicklungs- und Konstruktionsbüros sein.

Zum anderen ist der Bedarf an technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion von der Tatsache geprägt, daß die hier erbrachten Leistungen ja nicht unmittelbar in den Ausstoß des Betriebs einfließen, sondern investiven Charakter haben, wobei die "Amortisationsrate" entscheidend davon abhängt, in welchen Serien ein Erzeugnis dann tatsächlich produziert wird.

Während für die Masse des deutschen Maschinenbaus unterschiedliche technisch-konstruktive Kompliziertheit der Erzeugnisse den Bedarf an technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion etwa im Verhältnis 1 : 2 variieren läßt, beeinflußt unterschiedliche Seriengröße diesen Bedarf im Verhältnis 1 : 4, wo nicht 1 : 5: Auch bei Erzeugnissen mit einem sehr hohen Entwicklungs- und Konstruktionsaufwand ist der Bedarf an technischem Personal in den Entwicklungs- und Konstruktionsbüros - wird dieses Erzeugnis dann in großen Serien produziert - sehr viel geringer als in Betrieben, deren Erzeugnisse eine geringe Entwicklungs- und Konstruktionsintensität aufweisen, aber jeweils nur in Einzelexemplaren, sozusagen "nach Maß" gefertigt werden.

Der aus diesen Gesetzmäßigkeiten resultierende gesamte Bedarf eines Betriebs an technischem Personal - der bei jeweils größeren Gruppen von Betrieben ohne weiteres im Verhältnis 1 : 10, jeweils bezogen auf die gesamten Beschäftigten, variieren kann - bricht sich nun im Angebot an Arbeitskräften mit entsprechenden Qualifikationen, aus dem die Betriebe ihren Bedarf zu decken haben.

2. Ermittelte Angebotsfaktoren

Verschiedenes oder variierendes Angebot kann zunächst - gleichen Bedarf unterstellt - in zweifacher Weise auf den Bestand einwirken:

Eine erste Wirkung drückt sich darin aus, daß der Gesamtbestand an technischem Personal - ist das Angebot unzureichend, um die aus dem Bedarf resultierende aktuelle Nachfrage zu

decken - niedriger ist, als sonst üblich wäre; offensichtlich gibt es Elastizitäten bei der Bedarfsdeckung, die mindestens kurzfristig eine Anpassung der Bestände an die jeweiligen Angebotslagen erlauben, ohne daß hierdurch sehr gravierende Nachteile für den Betrieb entstünden.

Dies zeigt sich sehr deutlich beim Vergleich wachsender und schrumpfender Betriebe, von denen erstere insgesamt (trotz vermutlich gleichartigen Bedarfs) deutlich weniger technisches Personal beschäftigen als letztere.

Eine zweite Wirkung besteht darin, daß die Betriebe, wenn das Angebot in den verschiedenen Kategorien des technischen Personals verschieden ist, den vorhandenen Substitutions-spielraum ausnutzen, um ihre Nachfrage nach technischem Personal an der Lieferfähigkeit von Arbeitsmarkt und Bildungssystem zu orientieren.

Dieser Effekt zeigt sich vor allem in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen von Hochschul-Ingenieuren, Fachschul-Ingenieuren, examinierten Technikern und sonstigem technischem Personal: In der Produktion, wo die Facharbeiter ein reiches potentiellles Angebot an technischen Angestellten (zum Beispiel Meister, Kalkulatoren, Arbeitsvorbereiter) darstellen, ist die im Vergleich zu den anderen Einsatzbereichen sehr viel geringere Quote an Ingenieuren und vor allem Diplom-Ingenieuren im technischen Personal sicher nicht nur durch eine andere Struktur der hier zu erbringenden technischen Leistungen bestimmt. Auch werden in kleineren Orten, wo das Angebot an hochqualifiziertem Personal weniger reichhaltig ist als in den Großstädten, und in den Fachzweigen, deren Spezialqualifikationen im Ausbildungssystem weniger gut berücksichtigt sind, wesentlich weniger Ingenieure und vor allem Diplom-Ingenieure als Personal ohne formale technische Qualifikation beschäftigt. Die Zunahme der Zahl der im deutschen Maschinenbau eingesetzten Ingenieure zwischen 1961 und 1968 erfolgte, trotz Stagnation von Produktion, Beschäftigung und Produktivität, korrelativ zu einem vermehrten Ausstoß des Bildungssystems an Diplom-Ingenieuren und Fachschul-Ingenieuren der Fachrichtung Maschinenbau.

Darüber hinaus ist es wahrscheinlich - kann aber mit dem verfügbaren statistischen Material nicht nachgeprüft werden -, daß sich der Bedarf langfristig an dauerhafte Angebotslagen anpaßt, das heißt, daß die Betriebe ihre Produktion und Produktionsweise unter anderem auch so entwickeln, daß sie den hieraus entstehenden Bedarf an technischem Personal auch decken können:

Wenn die Beschaffung von Ingenieuren in Großstädten leichter ist als auf dem Land, wenn eine hohe Ingenieurquote am technischen Personal der Entwicklungs- und Konstruktionsbüros Voraussetzung für eine hohe Produktinnovation ist, muß man damit rechnen, daß sich Betriebe in kleineren Orten langfristig auf Fertigungen konzentrieren, bei denen wenige Typen in recht großer Serie produziert werden können oder bei denen der Entwicklungs- und Konstruktionsaufwand je Erzeugnistyp geringer ist. Ebenso kann es sein, daß das Tempo und die Intensität von Produktionsinnovation tendenziell durch die (eben vom Angebot beeinflusste) Zahl der Ingenieure bestimmt wird, die in den Produktionsabteilungen beschäftigt sind.

Anzumerken ist freilich, daß derartige Hypothesen nur sinnvoll sind, wenn man eine grundsätzliche Überlegenheit formal-theoretischer Ausbildung (wie sie die Ingenieure erhalten) über die praktisch-technische Qualifikation postuliert, wie sie der Techniker oder technische Angestellte besitzt, der den Weg über eine Facharbeiterausbildung und praktische Betriebs- und Berufserfahrung gegangen ist. Ein solches Postulat sollte jedoch, solange es sich nicht auf experimentelle Beweise stützen kann, nur mit großer Vorsicht eingeführt werden.

3. Perspektiven und Probleme zukünftiger Entwicklungen

Zumindest in bildungspolitischer Perspektive sind Analysen der gegenwärtigen Situation nur in dem Maß sinnvoll, in dem sie Hinweise für zukünftige Entwicklungen, kommende Anforderungen an das Bildungssystem oder mögliche Anpassungs-

fähigkeit der Nachfrage an das veränderte Angebot zu liefern imstande sind.

Prinzipiell stellen die eben skizzierten Ergebnisse der in den vorausgegangenen Kapiteln dargestellten Analysen noch keine tragfähige Basis für Prognosen dar. Immerhin lassen sich einige mögliche Entwicklungen und die wahrscheinlich hieraus resultierenden Probleme andeuten.

Da die gegenwärtigen Bestände an technischem Personal etwa zur Hälfte und an Ingenieuren fast zu zwei Drittel in den Entwicklungs- und Konstruktionsbüros beschäftigt sind, hängt der zukünftige Bedarf in hohem Grad davon ab, wie sich die Anforderungen an technische Leistungen in Entwicklung und Konstruktion verändern werden.

Offensichtlich muß man hier mit widersprüchlichen Tendenzen rechnen.

Der Bedarf an technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion kann weiter steigen, weil und insofern:

- o der Zwang zu weiterer Mechanisierung in allen Industrien und vielen Teilen des tertiären Sektors eine wachsende Nachfrage nach neuen Maschinen und Anlagen zur Folge haben wird;
- o die von diesen Maschinen involvierten Technologien und technischen Prinzipien tendenziell komplizierter und komplexer werden (das heißt, durch zunehmende Integration von Technologien charakterisiert, die früher jeweils nur für bestimmte Produkte Verwendung fanden);
- o der Bedarf der Kunden des Maschinenbaus sich in immer stärkerem Maß nicht auf Einzelaggregate, sondern auf ganze technische Systeme richten wird, deren integrierte Konzipierung zusätzliche Entwicklungs- und Konstruktionsprobleme stellen wird.

Demgegenüber ist jedoch mit einer Reihe von Entwicklungen zu rechnen, die den Bedarf an technischem Personal in Entwicklung und Konstruktion, gemessen am Output oder an der Gesamtbeschäftigung der Betriebe, sehr wohl reduzieren können:

- o Das Rationalisierungsprinzip industrieller Fertigung drängt - allenfalls partiell durch technische Neuerungen wie etwa numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen modifiziert - auf Vergrößerung der Serien und damit auch auf eine Verringerung des relativen Entwicklungs- und Konstruktionsaufwands je Einzelprodukt; das Prinzip der Serie wird sich mindestens durch eine sehr viel stärkere Baukastenfertigung selbst bei der Auslieferung individueller Maschinen oder Anlagen durchsetzen (wie die jüngsten Entwicklungen in der Elektronik deutlich beweisen).
- o Entwicklungs- und Konstruktionsbüros werden von einer gewissen Größenordnung an tendenziell zum Objekt spezifischer Rationalisierungs- und Mechanisierungsmaßnahmen: Standardisierung von einzelnen konstruktiven Aufgaben, das Vordringen von Hilfskräften ohne spezifische technische Qualifikation (vom Typ Assistentinnen), vor allem aber der Einsatz von Datenverarbeitung und verwandten Technologien können den Personalbedarf in Entwicklungs- und Konstruktionsbüros insgesamt und im Rahmen dieses Personalbedarfs wieder den Bedarf an technischem Personal heutiger Art beträchtlich reduzieren.

Ähnlich widersprüchliche Tendenzen bestehen auch in anderen Einsatzbereichen von technischem Personal im allgemeinen und Ingenieuren im besonderen. Auch technische Stäbe in der Produktion (zum Beispiel Arbeitsvorbereitung und Produktionsplanung) werden bereits heute Objekt von Rationalisierung und Mechanisierung; die klassischen Aufsichtsfunktionen verändern sich und verlieren einen Teil ihrer früheren Bedeutung. Allerdings ist in Produktionsabteilungen, im Vertrieb und in sonstigen Teilen des Betriebs die Variabilität des Bedarfs an technischem Personal wohl noch für längere Zeit wesentlich geringer als in Entwicklung und Konstruktion.

Einige Tatsachen legen die Vermutung nahe, daß eine langfristige Tendenz zu einem erhöhten Bedarf an Ingenieuren besteht, der vor allem aus der wachsenden Bedeutung abstrakt-theoretischer Qualifikation zur Bewältigung der sich stellenden technischen Aufgaben resultiert. Hierzu konnten allerdings im Rahmen der Studie, über die berichtet wurde, keine verlässlichen Informationen beschafft werden.

Auf der anderen Seite ist die Zahl der beschäftigten Ingenieure am technischen Personal in recht hohem Maß angebotsbestimmt, also die Zunahme der Ingenieure (und eine eventuelle Erhöhung der Ingenieurquote am technischen Personal) auch Ausdruck eines verstärkten Ausstoßes der technischen Hochschulen und Ingenieurschulen.

In bildungspolitischer Perspektive bedeutet dies zunächst einmal, daß die Absorptionsfähigkeit der Industrie für Ingenieure beträchtlich ist: Bis zu einem "Sättigungspunkt", der sich heute noch nicht absehen läßt, kann die Industrie mehr Ingenieure einsetzen, die ihr vom Bildungssystem geliefert werden, ohne hiermit quantitativ und qualitativ Verschwendung zu betreiben.

Vermehrter Einsatz von Ingenieuren kann in zweifacher Weise geschehen und dementsprechend ganz verschiedene langfristige Konsequenzen haben:

- o zusätzlich zu dem heutigen technischen Personal,
- o in Form einer Substitution gegen technisches Personal mit geringerer formaler Qualifikation.

Im ersten Fall steht den Betrieben ein erhöhtes Potential für abstrakt-analytische Leistungen zur Verfügung, das dann, richtig genutzt, die Innovationsfähigkeit der Industrie erhöhen kann. Insoweit - was wahrscheinlich ist - sich diese Innovationsfähigkeit primär auf die Produkte richtet, erhält hierdurch einerseits technisch-organisatorischer Fortschritt in anderen Branchen der Industrie neue oder zusätz-

liche Impulse, wird jedoch andererseits in vieler Hinsicht der schon heute deutliche, quasi tertiäre Charakter des Maschinenbaus eher konsolidiert. Wieweit durch von vermehrtem Ingenieureinsatz induzierte stärkere Produktinnovation - beispielsweise durch Einführung von NC-Maschinen in der Fertigung oder durch vermehrte Nutzung elektronischer Datenverarbeitung in Entwicklung und Konstruktion - trotz beschleunigter Produktinnovation eine nachhaltige Steigerung der Arbeitsproduktivität der Beschäftigten im deutschen Maschinenbau erreicht werden kann, läßt sich heute noch nicht absehen.

Sehr viel problematischer wäre ein vermehrter substitutiver Einsatz von Ingenieuren, ihre vermehrte Beschäftigung anstelle von Technikern und sonstigen technischen Angestellten (ebenso wie gegenwärtig der vermehrte Ausstoß von Hochschulabsolventen mit wirtschaftswissenschaftlichem Studium tendenziell in vielen Bereichen des tertiären Sektors zu einer Substitution von kaufmännischen Angestellten klassischer Art durch akademisch ausgebildetes Personal führt). Hierdurch würde nicht nur die Qualifikationsstruktur des gesamten technischen Personals in einer Weise verändert, deren Auswirkungen heute kaum übersehbar sind; gleichzeitig brächte dies Störungen in den Personalstrukturen und Ausbildungs- wie Rekrutierungszyklen mit sich, die vor allem die Reproduktion des Potentials an qualifizierten Facharbeitern gefährden würde, das heute sicherlich zu den wichtigsten Produktions- und Wettbewerbsfaktoren des deutschen Maschinenbaus zählt.

Noch heute besteht ja, wie gesagt, die Mehrzahl des technischen Personals im deutschen Maschinenbau aus ehemaligen Facharbeitern, die in der Industrie selbst ausgebildet wurden. Dies gilt auch für einen erheblichen Teil der Fachschul-Ingenieure, die vor ihrem Studium eine Facharbeiterlehre abgeschlossen und zum Teil auch als Facharbeiter gearbeitet hatten.

Diese technischen Angestellten mit Lehre und Erfahrung als Facharbeiter besitzen eine spezifische praktische Qualifikation, von der keineswegs gesichert ist, daß sie minderen Wert besitzt als die abstrakt-analytische Qualifikation des Ingenieurs und ohne weiteres durch sie ersetzt werden könnte.

Zudem ist die Chance des Aufstiegs zum technischen Angestellten und gegebenenfalls der Zugang zu einer Ingenieurausbildung ein wesentliches Element der Attraktivität der Facharbeiterlehre. Eine stärkere Beschäftigung von Ingenieuren anstelle von ehemaligen Facharbeitern würde die Attraktivität einer praktischen technischen Ausbildung eben in dem Augenblick stark vermindern, in dem sowieso durch die rapide Expansion des Sekundarschulwesens und den Abbau der sozialen Barrieren, die bisher (etwa für Arbeiterkinder) den Zugang zu Sekundarschulen erschwerten, der Zustrom der Jugendlichen zu praktisch-technischen Berufen quantitativ und wahrscheinlich auch qualitativ abnimmt.

Die Gefahr, daß ein substitutiv vermehrter Ingenieureinsatz eine Erosion des Potentials an Facharbeitern auslöst oder befördert, ist um so größer, als man gegenwärtig neben der traditionellen Hochschulausbildung von Ingenieuren in grossem Umfang Ausbildungsstätten quasi universitärer Art für technische Berufe schafft, die nicht zuletzt dazu bestimmt sind, Absolventen der Sekundarschule aufzunehmen, die nicht auf die Hochschule klassischer Art gehen wollen oder gehen können.¹⁾

Es besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Industrie auf die neue Angebotslage, die durch die Produktion

1) Ein typisches Beispiel hierfür sind die französischen I.U.T.; auch die deutschen Ingenieurschulen entwickeln sich derzeit in dieser Richtung, wobei der Zugang zu ihnen zunehmend an den erfolgreichen Abschluß einer Sekundarschule gebunden werden soll.

solcher Ingenieure mit quasi akademischer Ausbildung entsteht, reagiert, und zwar in beträchtlichem Umfang in substitutiver Weise. Hierdurch wird sich jedoch der Anteil praktisch-technischer Qualifikation im technischen Personal erheblich vermindern; gleichzeitig wird für die heute in der Industrie beschäftigten Facharbeiter die Chance, durch Weiterbildung zum technischen Angestellten aufzusteigen, stark reduziert.

Daß sich durch solche Veränderung in der Ingenieurausbildung dann auch das durchschnittliche Qualifikationsniveau verändern (und zwar wahrscheinlich vermindern) kann, weil andere soziale Mechanismen den Zustrom zu den Ausbildungseinrichtungen steuern und hierbei eine faktisch ganz andere - positive oder negative - Auslese stattfinden wird als bisher, sei nur am Rande erwähnt.

In der gleichen Perspektive ist auch die Möglichkeit verminderten Angebots an Ingenieuren und insbesondere Hochschul-Ingenieuren zu sehen. Gegenwärtig scheint die Attraktivität des Hochschulstudiums in der Fachrichtung Maschinenbau stark abzunehmen (unter den Abiturienten des Jahres 1970 wollen weniger ein Studium mit der Fachrichtung Maschinenbau beginnen, als zwischen 1961 und 1967 pro Jahr abgeschlossen haben, obwohl sich die Zahl der Studienanfänger seit dem Ende der fünfziger Jahre mehr als verdoppelt hat). Bleibt diese Tendenz bestehen, so wird die Industrie auf sie vermutlich reagieren, indem sie den Substitutionsspielraum entsprechend ausnutzt (also z.B. die Weiterbildung ihrer Facharbeiter zu Technikern und technischen Angestellten verstärkt fördert oder mehr Fachschul-Ingenieure beschäftigt); dies kann dann aber auch die technisch-ökonomische Entwicklung des ganzen Wirtschaftszweigs langfristig in eine Richtung lenken, die anders verläuft, als wenn das Angebot an Hochschul-Ingenieuren weiter - oder gar verstärkt - zugenommen hätte. Wie diese Richtung im einzelnen aussehen könnte, welche Konsequenzen - beispielsweise für die Ausbildung des restlichen Personals oder für die Veränderung der Fertigungsweisen - sie haben mag, läßt sich beim derzeitigen Stand praktischer Erfahrung und wissenschaftlicher Kenntnis nicht sagen.

Projektionen zukünftiger Entwicklungen, die der Bildungsplanung als Orientierungsdaten zugrunde gelegt werden sollen, dürfen sich nicht nur auf hochqualifiziertes Personal - und hier wiederum Personal eines Typs, wie er in der Vergangenheit existierte - beschränken. Sie müssen, sollen sie keine gravierenden bildungspolitischen Fehlentscheidungen begründen, die Gesamtstruktur sowohl des Ausbildungssystems wie des Beschäftigungssystems im Auge behalten. Sie müssen insbesondere in dem Maß, in dem sie das Angebotsaxiom berücksichtigen (dessen Relevanz an vielen Stellen demonstriert wurde), auch die Folgewirkungen zu beschreiben suchen, die veränderte Einsatzverhältnisse hochqualifizierten Personals in Konsequenz veränderter Angebotsstruktur auf den Rest der Beschäftigten, auf die Attraktivität ihrer Berufskarrieren und auf das Qualifikationspotential des "Gesamtarbeiters" haben können.

Modelle für derartige Projektionen sind allerdings weitaus komplexer, weitaus schwieriger zu erarbeiten und empirisch-statistisch anzuwenden; sie setzen eine Intensität wissenschaftlicher Forschung voraus, der gegenüber alles, was bisher geleistet wurde und heute geleistet werden kann, in hohem Grad unzureichend erscheint.